1594

# ജനറൽ സയൻസ്

# GENERAL SCIENCE

2429

## Standard VII

1594

ഏഴാം [illegible]

1964

1594

# ജനറൽ സയൻസ്

# GENERAL SCIENCE

## സ്റ്റാൻഡേർഡ് ഏഴ്

GOVT. BASIC TRAINING ... KOTTAYAM
1594

1964

Price : 90 nP.

PRINTED BY THE S.G.P. AT THE GOVERNMENT PRESS, TRIVANDRUM.

©
Government of Kerala
1964

# വിഷയവിവരം

ആമുഖം

അദ്ധ്യായം I ജന്തുലോകം

1. ശരീരഘടനയും ആഹാര സമ്പാദനവും
2. സഞ്ചാരരീതിയും ശരീരഘടനയും
3. ശത്രുക്കളിൽനിന്നു രക്ഷ നേടുന്നതിനുള്ള മാൎഗ്ഗങ്ങൾ
4. ജന്തുക്കളുടെ സാമൂഹ്യ ജീവിതം
5. ചിത്രശലഭം, കൊതുക്, ഈച്ച

അദ്ധ്യായം II സസ്യലോകം

1. ദുർബ്ബല സസ്യങ്ങൾ
2. സസ്യങ്ങളുടെ ജീവിതകാലം

അദ്ധ്യായം III മനുഷ്യശരീരം

1. ആഹാരം
2. ദഹനം
3. ശ്വസനം
4. വിസർജ്ജനം

അദ്ധ്യായം IV നമ്മുടെ നിത്യോപയോഗത്തിലുള്ള ചില സാധനങ്ങൾ

1. സോപ്പ്
2. ഗ്ലാസ്സ്
3. പേപ്പർ
4. ഇരുമ്പ്

GOVT. BASIC TRAINING SCHOOL
No. ........
Date ........
KOTTAYAM. KERALA.
2229

61/576/S

അദ്ധ്യായം V പ്രകാശം

1. പ്രകാശം ഋജുഗതിയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു
2. നിലക്കണ്ണാടിയിലെ പ്രതിഫലനം
3. കോൺവെക്സ് ലെൻസ്
4. മഴവില്ല്

അദ്ധ്യായം VI കാന്തവും വൈദ്യുതിയും

1. കാന്തശക്തി
2. വൈദ്യുതി
3. വൈദ്യുതിയും കാന്തവും
4. വൈദ്യുതോല്പാദനം


———

# ആമുഖം

1962–63 മുതൽ നടപ്പിലാക്കിയ പുതിയ പാഠ പദ്ധതിയനുസരിച്ച് ഏഴാം സ്റ്റാൻഡേർഡിലേയ്ക്കു തയ്യാറാക്കിയ ജനറൽ സയൻസു പുസ്തകമാണിതു്. ആദ്യത്തെ കൊല്ലം 1, 2, 3, 5, 8, 9 എന്നീ സ്റ്റാൻഡേർഡുകളിലും രണ്ടാംകൊല്ലം 4, 6, 10 എന്നീ സ്റ്റാൻഡേർഡുകളിലും ഈ പാഠപദ്ധതി നടപ്പിലാക്കിക്കഴിഞ്ഞു. മൂന്നാം ഘട്ടമായ 1964–65–ൽ ഏഴാം സ്റ്റാൻഡേർഡിലും ഇതു് ഏർപ്പെടുത്തുന്നതോടുകൂടി പുതിയ പാഠപദ്ധതി എല്ലാ സ്റ്റാൻഡേർഡുകളിലും നടപ്പിലായിക്കഴിയുന്നു.

പുതുക്കിയ പാഠപദ്ധതിയിൽ ശാസ്ത്രത്തിന്റെയും, ശരിയായ ശാസ്ത്രപഠനത്തിന്റെയും പ്രാധാന്യം കണക്കാക്കി അതിനു് പ്രത്യേക സ്ഥാനം നൽകിയിട്ടുണ്ടു്. മുൻപു് ഒന്നു മുതൽ നാലുവരെ ക്ലാസ്സുകളിൽ ശാസ്ത്രം ഒരുപ്രത്യേക വിഷയമായി പഠിപ്പിച്ചിരുന്നില്ല. അതിനെ പൊതുവിജ്ഞാനത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗമായി മാത്രം കരുതിയിരുന്നു. എന്നാൽ പുതിയ സിലബസ്സിൽ ഒന്നാം സ്റ്റാൻഡേർഡു മുതൽതന്നെ സയൻസിനെ ഒരു പ്രത്യേക വിഷയമായി ഉൾപ്പെടുത്തിയിരിക്കുകയാണു്.

ഒന്നു മുതൽ നാലുവരെ ക്ലാസ്സുകൾക്കു് സയൻസു് പാഠപുസ്തകങ്ങൾ ഗവണ്മെന്റു് പ്രസിദ്ധീകരിക്കുകയോ ഏതെങ്കിലും പുസ്തകങ്ങൾക്കു് അംഗീകാരം നൽകുകയോ ചെയ്തിട്ടില്ല. ഈ ക്ലാസ്സുകളിൽ സിലബസ്സു മാത്രമാണു് അദ്ധ്യാപകർക്കു് അവലംബമായിട്ടുള്ളതു്. അതാതു പ്രദേശങ്ങളിലെ പ്രത്യേക പരിതഃസ്ഥിതികൾ, കുട്ടികളുടെ വാസന, കഴിവു് എന്നിവയ്ക്കനുരൂപമായി സിലബസ്സിലുള്ള പ്രധാന തത്വങ്ങൾ ഗ്രഹിക്കുവാൻ അവരെ സഹായിക്കുകയാണു് വേണ്ടതു്. പ്രകൃതി പഠനവും ശാസ്ത്ര പഠനവും പാഠപുസ്തകങ്ങൾ മുഖേനമാത്രം നേടാവുന്നതല്ല.

ശാസ്ത്രപഠനം ചില തത്വങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള ജ്ഞാനത്തിൽ മാത്രം ഒതുക്കി നിൎത്തുവാനുള്ളതുമല്ല. പ്രായോഗിക ജ്ഞാനത്തിനാണ് പ്രാധാന്യം നൽകേണ്ടതു്. നിരീക്ഷിച്ചും പരീക്ഷിച്ചും ഗ്രഹിക്കുന്ന തത്വങ്ങൾ മാത്രമേ ഒരു നൂതന സന്ദർഭത്തിൽ ആവശ്യമായ മാററത്തോടുകൂടി പ്രയോഗിക്കുവാൻ സാദ്ധ്യമാകൂ. പ്രയോഗിക്കാൻ ഉപകരിക്കാത്ത അറിവ് ഇന്നത്തെ രീതിയിലുള്ള പരീക്ഷ പാസ്സാകാൻ മാത്രമേ ഉതകുകയുള്ളു. അനുഭവാധിഷ്ഠിതമല്ലാത്ത അറിവ് പ്രായോഗികമല്ല. എന്നാൽ ഒരു നിശ്ചിതകാലയളവിനുള്ളിൽ സമ്പാദിക്കാവുന്ന പ്രായോഗിക വിജ്ഞാനം പരിമിതമായിരിക്കും. ഏതാനും ചില തത്വങ്ങൾ മാത്രമേ അങ്ങനെ ഗ്രഹിക്കുവാൻ സാധിക്കുകയുള്ളു. പക്ഷേ ആ തത്വങ്ങൾ ശരിയായ വിധത്തിൽ ഗ്രഹിച്ചതാണെങ്കിൽ അതിനോടു ബന്ധപ്പെട്ടിട്ടുള്ള മററു തത്വങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കുന്നതിനും പ്രയോഗിക്കുന്നതിനുമുള്ള കഴിവ് അതിനോടൊപ്പം സിദ്ധിച്ചിരിക്കും.

ഈ തത്വങ്ങളെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ് അഞ്ചും, ആറും, ഏഴും ക്ലാസ്സുകളിലേയ്ക്കുള്ള സയൻസ് പാഠപുസ്തകങ്ങൾ രചിച്ചിട്ടുള്ളതു്. ഓരോ വിഷയവും കൈകാര്യം ചെയ്യുമ്പോൾ വിദ്യാർത്ഥികളുടെ നിരീക്ഷണശക്തി വർദ്ധിപ്പിക്കുവാനും, പരീക്ഷണൗത്സുക്യം വളൎത്തുവാനും കഴിയുന്നിടത്തോളം പരസഹായം കൂടാതെതന്നെ പരീക്ഷണങ്ങൾ സ്വന്തനിലയിൽ വീട്ടിലും പരിസരങ്ങളിലും നിന്നു കിട്ടുന്ന സാധനങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചു നടത്തുവാനുള്ള മാർഗ്ഗദർശനം നൽകുവാനും പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടുണ്ടു്.

പലതും അറിയുവാനും പരീക്ഷിച്ചു നോക്കുവാനുമുള്ള ആഗ്രഹത്തോടു കൂടിയവരാണ് കൊച്ചു കുട്ടികൾ. അവരുടെ ചുററും കാണുന്നതും സംഭവിക്കുന്നതുമായ കാര്യങ്ങളെക്കുറിച്ച് ഒരായിരം ചോദ്യങ്ങൾ അവർക്കോരോരു

ത്തക്കും ചോദിക്കുവാനുണ്ട്. അവയെക്കുറിച്ചെല്ലാം തൃപ്തികരമായ ഉത്തരം അവർ മാതാപിതാക്കളിൽനിന്നും, അദ്ധ്യാപകരിൽനിന്നും മററും പ്രതീക്ഷിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അവരുടെ പ്രശ്നങ്ങൾക്ക് തൃപ്തികരമായ ഉത്തരം ലഭിക്കുകയെന്നുള്ളത് അവരിൽ വളരെ ചാരിതാർത്ഥ്യമുളവാക്കുന്ന കാര്യമാണ്. അതിനാൽ പ്രശ്നകേന്ദ്രീകൃതമായ അദ്ധ്യാപന സമ്പ്രദായം സ്വാഭാവികമായി ആകർഷകമായിത്തീരും. അതുകൊണ്ട് വിനയനാദി കാര്യങ്ങളിൽ പ്രത്യേക ശ്രദ്ധയും നിഷ്ക്കർഷയും ആവശ്യമില്ലാതാവുകയും അദ്ധ്യയനം സുഗമമായി തീരുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഈ പുസ്തകങ്ങളിൽ പല തത്വങ്ങളും നിരീക്ഷണ പരീക്ഷണങ്ങളുടെ ഫലമായി ആവിഷ്കരിക്കപ്പെടുന്ന രീതിയിലും, നിത്യജീവിതത്തിൽ അഭിമുഖീകരിക്കുന്ന പ്രശ്നങ്ങൾക്കുള്ള സമാധാനമെന്ന നിലക്കും പ്രദർശിപ്പിക്കുവാൻ ശ്രമിച്ചിട്ടുണ്ട്. എല്ലാ പാഠങ്ങളും ഈ രീതിയിൽ തന്നെയായിരിക്കുന്നതാണേററവും നല്ലത്. നിത്യാനുഭവങ്ങളുടെ പശ്ചാത്തലത്തിൽ എല്ലാ പാഠങ്ങളും പ്രദർശിപ്പിക്കുക എന്നുള്ളത് സ്ഥലകാലങ്ങളെയും വിദ്യാർത്ഥികളുടെ മുന്നറിവിനെയും ആധാരമാക്കി ചെയ്യേണ്ടതാണ്. മുൻ ക്ലാസ്സിൽ പഠിച്ചതുമാത്രം മുന്നറിവായിട്ട സങ്കല്പിക്കുന്നത് പലപ്പോഴും ശരിയായിരിക്കുകയില്ല. കേരളത്തിന്റെ ഏതു ഭാഗത്തുമുള്ള സാമാന്യ ബുദ്ധിയായ ഒരു കുട്ടിക്ക് പതിനൊന്നു പന്ത്രണ്ടു വയസ്സിനിടയിൽ ഇന്നത്തെ പരിതഃസ്ഥിതിയിൽ ലഭിച്ചിരിക്കുവാനിടയുള്ള അറിവിനെ ആസ്പദമാക്കിയാണ് സന്ദർഭങ്ങളും പ്രശ്നങ്ങളും അവതരിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളത്.

ഈ പുസ്തകങ്ങളിൽ പറഞ്ഞിട്ടുള്ള പരീക്ഷണങ്ങളെല്ലാം കുട്ടികൾക്കുതന്നെ ചെയ്യാവുന്നതാണ്. എങ്കിലും പല സന്ദർഭങ്ങളിലും അദ്ധ്യാപകന്റെ സഹായം ആവശ്യമായിത്തീരും. അതിനാൽ അവയെല്ലാം സ്വയം

പരീക്ഷിച്ചുനോക്കി അവയുടെ പ്രായോഗിക വശങ്ങൾ അദ്ധ്യാപകർ മനസ്സിലാക്കിയിരിക്കേണ്ടതത്യാവശ്യമാണ്. ഈ പരീക്ഷണങ്ങൾ ഓരോന്നും പല രീതിയിൽ ചെയ്യാം. ഏതെങ്കിലും ഒരു സാധനം വേണമെന്നു പറഞ്ഞിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ അതുതന്നെ കിട്ടിയാൽ മാത്രമേ പരീക്ഷണം സാദ്ധ്യമാവൂ എന്നു ധരിക്കരുത്. പലപ്പോഴും ഇതിൽ സൂചിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളതിനേക്കാൾ ഭംഗിയായി മററു സാധനങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുവാൻ സാധിച്ചെന്നു വരും. അതാണ് ഉദ്ദേശ്യവും. ഏതെങ്കിലും ഒരു കാര്യം ചെയ്യുന്നതിന് ഒരു പുതിയ മാർഗ്ഗം സ്വീകരിച്ചാൽ കൂടുതൽ പ്രയോജനമുണ്ടാവുമോ എന്നു പരീക്ഷിച്ചു നോക്കുവാനുള്ള ധൈര്യവും മനോഭാവവുമാണ് പുതിയ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങൾക്കു വഴി തെളിക്കുന്നത്. ഓരോ പരീക്ഷണവും ചെയ്തുനോക്കുമ്പോൾ നേരിടുന്ന പ്രശ്നങ്ങളെ തരണംചെയ്യുവാൻ ശ്രമിക്കുമ്പോഴാണ് പുതിയ മാർഗ്ഗങ്ങൾ കണ്ടെത്തുക.

എല്ലാ കുട്ടികൾക്കും ഈ പരീക്ഷണങ്ങളെല്ലാം ചെയ്യുവാനുള്ള വാസനയോ, കഴിവോ, ഉത്സാഹമോ ഉണ്ടായിരിക്കണമെന്നില്ല. എന്നാൽ ആർക്കും ഇല്ലാതിരിക്കയുമില്ല. യഥാർത്ഥത്തിൽ കഴിവും വാസനയും ഉള്ളവരെ ഇത്തരം ലഘുപരീക്ഷണങ്ങൾ ചെയ്യുന്നതിന് പ്രോത്സാഹിപ്പിക്കുക. അത്ഭുതകരങ്ങളായ ഫലങ്ങൾ ഉണ്ടാകും. ശരിയായ മാർഗ്ഗത്തിൽ തിരിച്ചു വിട്ടാൽ കൊച്ചുകുട്ടികളുടെ അന്വേഷണബുദ്ധി കണ്ടെത്താത്ത കാര്യങ്ങൾ ചുരുക്കമാണ്. അവക്ക് നിരീക്ഷിക്കുവാനും അഭ്യൂഹങ്ങളിലെത്തുവാനും, പരീക്ഷിക്കുവാനും, സമർത്ഥിക്കുവാനും, സൗകര്യങ്ങളുണ്ടാക്കുക; വേണ്ട മാർഗ്ഗദർശനവും നൽകുക. പ്രതീക്ഷിക്കുന്നതിൽ കൂടുതൽ ഗുണഫലങ്ങൾ ഉണ്ടാകുമെന്നുള്ളതു തീർച്ചയാണ്.

പുതുതായി സ്വാതന്ത്ര്യം നേടിയിട്ടുള്ള രാജ്യങ്ങളിൽ വച്ച് ഏററവും മുന്നണിയിൽ നിൽക്കുന്നതും അനതിദൂര

ഭാവിയിൽ ലോകത്തിലെ ഒന്നാംകിട രാഷ്ട്രങ്ങളിലൊന്നായിത്തീരാനുള്ള എല്ലാവിഭവങ്ങളും സാദ്ധ്യതകളുമുള്ളതാണ് നമ്മുടെ മാതൃഭൂമി. ബുദ്ധിപരമായ കഴിവുകളിലും ഒട്ടും പിന്നോക്കമല്ല നാം. പക്ഷെ ശാസ്ത്രത്തിലും സാങ്കേതികവിജ്ഞാനത്തിലുമുണ്ടാകുന്ന പുരോഗതിയാണ് നിർണ്ണായക ഘടകം. അതിനടിത്തറ പാകേണ്ടത് പ്രൈമറി സ്കൂളിലും. ലക്ഷക്കണക്കിന് കുട്ടികളാണ് പ്രൈമറി സ്കൂളുകളിലുള്ളത്. അതിൽ നൂറു ശതമാനവും ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരാകണമെന്നില്ല. എങ്കിലും നമുക്കാവശ്യമുള്ള ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ വേണമല്ലോ. അവർ ഈ കൂട്ടത്തിലുണ്ട്. അവരെവിടെയാണെന്ന് നമുക്ക് നിശ്ചയമില്ല. അതിനാൽ ആർക്കും അവസരം നിഷേധിക്കാവുന്നതല്ല. എല്ലാവർക്കും തുല്യ അവസരം നൽകുക. പ്രതിഭാശാലികൾ മുന്നോട്ടു വരും. അവർക്കുവേണ്ട ഉത്തേജനം നൽകുക. നമ്മുടെ സ്വപ്നവും സാക്ഷാത്കരിക്കപ്പെടും.

കൺവീനർ,

ജനറൽ സയൻസ് സബ്കമ്മിററി.

———

# ജനറൽ സയൻസ്

## അദ്ധ്യായം 1

## ജന്തുലോകം

ശക്തികൂടിയ മൈക്രോസ്കോപ്പിന്റെ സഹായത്താൽ മാത്രം കാണാവുന്ന സൂക്ഷ്മജീവികൾ മുതൽ ഭീമാകാരങ്ങളായ തിമിംഗലങ്ങളും ആനകളും വരെയുള്ള പരസഹസ്രം ഭിന്ന വർഗ്ഗങ്ങളായ ജന്തുക്കൾ ഉൾപ്പെട്ടതാണ് ജന്തുലോകം. ധ്രുവ പ്രദേശങ്ങളിലെ മരവിപ്പിക്കുന്ന തണുപ്പും, മണലാരണ്യങ്ങളിലെ പൊള്ളിക്കുന്ന ചൂടും, നദികളിലെ ശക്തിയായ ജലപ്രവാഹങ്ങളും, ഹിമപാതവും, വെള്ളപ്പൊക്കവും, കൊടുങ്കാററും, പേമാരിയും എല്ലാം നേരിട്ട് കാലദേശാവസ്ഥകൾക്കനുരൂപമായി ജീവിക്കുവാനുള്ള ജന്തുക്കളുടെ കഴിവ് അത്ഭുതകരമാണ്. കരയിലും, ജലത്തിലും, വായുവിലും മററു ജന്തുക്കളുടെ ശരീരത്തിലും ജീവിക്കുന്ന ജന്തുക്കളുണ്ട്. മററു ജന്തുക്കളെ ആഹാരമാക്കി കഴിയുന്ന മാംസഭുക്കുകളും, സസ്യങ്ങളെ മാത്രം ഭക്ഷിച്ചു ജീവിക്കുന്ന സസ്യഭുക്കുകളും, കിട്ടുന്നതെല്ലാം തിന്നുന്ന മിശ്രബുക്കുകളും ജന്തുലോകത്തിൽ ഉൾപ്പെടുന്നു. മനോഹരങ്ങളായ വർണ്ണങ്ങളുണ്ടെങ്കിലും അല്പായുസ്സുകളായ ചിത്രശലഭങ്ങളും അനാകർഷകങ്ങളെങ്കിലും നൂററാണ്ടുകൾ ജീവിച്ചിരിക്കുന്ന ആമകളും ജന്തുക്കളാണ്. ഭൂമിയിൽ സർവ്വാധിപത്യം സ്ഥാപിച്ചിട്ടു മററു ഗ്രഹങ്ങളിലേക്കു ജൈത്രയാത്ര നടത്തുവാൻ തയാറാവുന്ന മനുഷ്യനും ജന്തുലോകത്തിലെ ഒരംഗമാണ്.

പരിസരങ്ങൾക്കനുരൂപമായും, ആഹാര സമ്പാദനത്തിനനുയോജ്യമായും, ശത്രുക്കളെ നേരിട്ടു ജീവിക്കുന്ന

തിനും വംശം നിലനിറുത്തുന്നതിനും സഹായകമായും ജന്തുക്കളുടെ ശരീരത്തിൽക്കാണുന്ന ഘടനാ വിശേഷങ്ങൾ അത്ഭുതമുളവാക്കുന്നവയാണ്. വി ശേ ഷ ബു ദ്ധി യു ള്ള മനുഷ്യൻ അവനു ചുററുമുള്ള ജന്തുക്കളുടെ ജീവിതരീതിയും, ശരീരഘടനയും മററും കണ്ടു മനസ്സിലാക്കി പ്രവത്തിച്ചതാണ് ജീവിതായോധനത്തിൽ അവനുണ്ടായിട്ടുള്ള വിജയങ്ങളുടെ രഹസ്യം.

## പാഠം 1

### ജന്തുക്കളുടെ ശരീരഘടനയും ആഹാര സമ്പാദന രീതിയും

ജന്തുക്കളുടെ ശരീരഘടന അവയുടെ ആഹാര സമ്പാദനരീതിക്ക് എത്രമാത്രം യോജിച്ചിരിക്കുന്നുവെന്നു ഏതാനും ജന്തുക്കളെ നിരീക്ഷിച്ചു മനസ്സിലാക്കുവാൻ ശ്രമിക്കാം.

ചിത്രം 1. എലി

ധാന്യങ്ങൾ, കിഴങ്ങുകൾ, കട്ടിയുള്ള ആവരണങ്ങളുള്ള അണ്ടിപ്പരിപ്പുകൾ മുതലായവയാണ് എലിയുടെ

ആഹാരം. ഇവയെല്ലാം ഉളിപ്പല്ലുകൾകൊണ്ടു കരണ്ടു തിന്നുകയാണു് അതു ചെയ്യുന്നതു്. കട്ടിയായ പദാർത്ഥങ്ങൾ കരണ്ടുതിന്നുമ്പോൾ ചുണ്ടിനു കേടു പററാതിരിക്കുവാൻവേണ്ടി മേൽച്ചുണ്ടിന്റെ മദ്ധ്യഭാഗം കുറുകെ പിളന്നു് ഇരട്ടയായിരിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ഉളിപ്പല്ലുകൾ തുടർച്ചയായി വളന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നവയാണു്. ഉളിപ്പല്ലിന്റെ പുറവശം കാഠിന്യം കൂടിയതും ഉൾവശം കാഠിന്യം കുറഞ്ഞതുമായ പദാർത്ഥങ്ങൾകൊണ്ടു നിമ്മിച്ചിരിക്കുന്നു. അതിനാൽ ഉപയോഗംമൂലം ഉൾവശം കൂടുതൽ തേയുകയും പല്ലിന്റെ മൂച്ച് ഒരിക്കലും നഷ്ടപ്പെടാതിരിക്കയും ചെയ്യും.

ചിത്രം 2. എലിയുടെ തല. (കുറുകെ പിളന്ന മേൽച്ചുണ്ടും ഉളിപ്പല്ലുകളും കാണാം)

എലിയുടെ കഴുത്തു് വളരെ കുറുകിയതും, മുൻകാലുകൾ ആഹാരസാധനങ്ങൾ കരണ്ടുതിന്നുവാൻ സൗകര്യമായ വിധത്തിൽ പിടിക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്ന വിരലുകളോടുകൂടിയതുമാണു്. മണ്ണിൽ മാളങ്ങളുണ്ടാക്കുവാനും, വൃക്ഷങ്ങളിലും മററും വളരെ വേഗത്തിൽ കയറുവാനും യോജിച്ചവയാണു് വിരലുകൾ. ആഹാരസാധനങ്ങളുടെ സാന്നിദ്ധ്യം മനസ്സിലാക്കുന്നതിനു് അതിന്റെ ഘ്രാണശക്തി സഹായിക്കുന്നു.

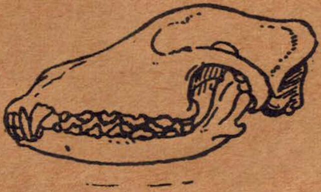
എലി മുതലായ ജന്തുക്കളെ പിടിച്ചുതിന്നുന്ന മാംസഭുക്കാണു് പട്ടി. അതിനാൽ അവയുടെ ശരീരഘടന

ഇരയെ അന്വേഷിച്ച കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനും, അവയെ നേരിടുന്നതിനും, തോല്പിച്ച കൊല്ലുന്നതിനും, മാംസം തിന്നുന്നതിനും മററും യോജിച്ചതായിരിക്കണം. പട്ടിയുടെ ശരീരഘടന ഒരു മാംസഭുക്കായി ജീവിതം നയിക്കുവാൻ യോജിച്ചതാണ്.

ചിത്രം 3. പട്ടി ഇര പിടിക്കുന്നതു്.

ഘ്രാണശക്തി, ശ്രവണശക്തി, ദർശനശക്തി എന്നിവയാണ് ഇരയുടെ സാന്നിദ്ധ്യം മനസ്സിലാക്കുവാൻ മാംസഭുക്കുകളെ പ്രധാനമായി സഹായിക്കുന്നതു്. ജന്തുക്കളുടെ സഹജമായ മണംപിടിച്ച് അവയുടെ സഞ്ചാരമാർഗ്ഗംവഴി അഭയ സ്ഥാനങ്ങളിലെത്തി അവയെ പിടിക്കുവാനുള്ള പട്ടിയുടെ കഴിവാണ് അതിനെ നായാട്ടുകാരൻെറ സന്തത സഹചാരിയാക്കിത്തീർത്തതു്. ജന്തുക്കൾ ഉണ്ടാക്കുന്ന വളരെ നേരിയ ശബ്ദത്തെപ്പോലും തിരിച്ചറിയുവാനും ആ സ്ഥാനത്തെ ലാക്കാക്കി വേഗത്തിൽ പാഞ്ഞു ചെല്ലുവാനും പട്ടിക്കു കഴിയും. വളരെ വേഗത്തിൽ ഓടുന്നതിനു യോജിച്ച നീണ്ട കാലുകളും ഒതുങ്ങിയ ശരീരവുമാണു പട്ടിക്കുള്ളതു്.

പട്ടിയുടെ വായ്ക്കകത്തുള്ള പല്ലുകളും ജന്തുക്കളെ കടിച്ചു കൊല്ലുന്നതിനും മാംസം കുത്തിക്കീറി കടിച്ചുമുറിച്ചു തിന്നുന്നതിനും യോജിച്ചവയാണ്. നീണ്ടുകൂത്ത

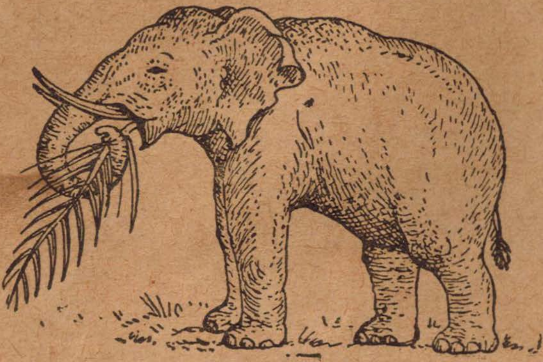


ചിത്രം 4. പട്ടിയുടെ തലയോട്.

കോമ്പല്ലുകൾ ഇരയുടെ കഴുത്തിൽ കുത്തിയിറക്കി അതിൻെറ തലച്ചോറിലേക്കു രക്തം വഹിക്കുന്ന കുഴലു കളെ മുറിക്കുകയാണ് പട്ടിയുടെ നോട്ടം. ഇരയെ കീഴ ടക്കിക്കഴിഞ്ഞാൽ അതിൻെറ മാംസം കുത്തിക്കീറുന്ന തിനു കോമ്പല്ലുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. മാംസം കടിച്ചു മുറിക്കുന്നതിനു യോജിച്ചതാണ് അണപ്പല്ലുകൾ. അവ യുടെ ഉപരിതലം മൂർച്ചയുള്ള അഗ്രങ്ങളുള്ള ശിഖരങ്ങളോടു കൂടിയിരിക്കുന്നു.

പൂർണ്ണ സസ്യഭുക്കായ ആനയുടെ പ്രധാന ആഹാരം ഇലകളും, തെങ്ങ്, ഉലട്ടിപ്പന മുതലായവയുടെ ഓലകളും, കരിമ്പ്, ഈററ തുടങ്ങിയവയുമാണ്. ഇവയെല്ലാം ശേഖരിക്കുന്നതിനു സഹായിക്കുന്നതു് അതിൻെറ തുമ്പി ക്കയ്യാണ്. നാസികയും മേൽച്ചുണ്ടും ക്രമാതീതമായി വളർന്നുണ്ടായിട്ടുള്ളതാണ് ആനയുടെ തുമ്പിക്കയ്യ്. നാസാ ദ്വാരങ്ങൾ തുമ്പിക്കയ്യുടെ അഗ്രത്താണ് സ്ഥിതിചെയ്യു ന്നതു്. തുമ്പിക്കയ്യുടെ അഗ്രത്തിൽ ത്രികോണാകൃതി യിൽ കാണുന്ന വിരലുപോലുള്ള ഭാഗംകൊണ്ടു് ഏററവും ചെറിയ സാധനങ്ങളെപ്പോലും നിലത്തുനിന്നെടുക്കുവാൻ

ആനയ്ക്കു കഴിയും. തുമ്പിക്കയ്യുടെ ഉള്ളിലുള്ള കുഴലിൽ വെള്ളം വലിച്ചെടുത്തു് അതിനെ പുറത്തേയ്ക്കു പായി



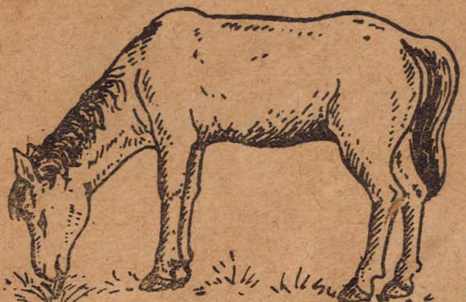
ചിത്രം 5. ആന

ചിത്രം 6.
ആനയുടെ
തലയോടു്.

ച്ചാണു കുളിക്കുന്നതും കുടിക്കുന്നതും. ആനയുടെ കൊമ്പുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്ന അവയവങ്ങൾ മേൽത്താടിയിലെ രണ്ടുളിപ്പല്ലുകൾ വളർന്നുണ്ടാകുന്നവയാണു്. മററു സസ്യഭുക്കുകളെപ്പോലെ ആനയ്ക്കും കോമ്പല്ലുകളില്ല. അണപ്പല്ലുകൾ വളരെ വലുതും വിസ്താരമേറിയ ഉപരിതലത്തോടു കൂടിയതുമാണു്. മേൽത്താടിയിലും കീഴ്ത്താടിയിലും ഓരോ വശത്തും രണ്ടോ മൂന്നോ അണപ്പല്ലുകൾ വീതമുണ്ടായിരിക്കും.

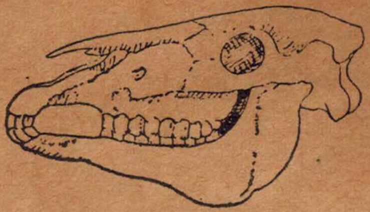
കരയിലുള്ള ജന്തുക്കളിൽവച്ചു് ഏററവും വലിയ ശരീരമുള്ളതു് ആനയ്ക്കാണു്. ശരീരത്തിന്റെ വലിപ്പത്തിനനുസരിച്ചു് വളരെയധികം ആഹാരം അതിനുവേണം. ഇലകളും കമ്പുകളും മററും തുടർച്ചയായി വളരെയധികം ചവച്ചരയ്ക്കുന്നതുമൂലം അണപ്പല്ലുകൾ തേഞ്ഞുപോകും. പുതിയ പല്ലുകൾ ഉണ്ടാകയും ഉപയോഗശൂന്യമാകുന്ന പല്ലുകൾ പൊഴിഞ്ഞുപോകയും ചെയ്യും.

കുതിരയുടെ പ്രധാന ആഹാരം പുല്ലുകളാണു്. ചുണ്ടുകൾ താരതമ്യേന വലിപ്പം കൂടിയവയാണു്. ഉളിപ്പല്ലു



ചിത്രം 7. കുതിര പുല്ലു മേയുന്നതു്.

കഠം മേൽത്താടിയിലും കീഴ്ത്താടിയിലുമുണ്ടു്. അവ വീതി കൂടിയതും, നീണ്ടതും മുന്നോട്ടു ചരിഞ്ഞതുമാണു്. നാക്കു് പശുവിൻേറതിനേക്കാഠം നീളം കുറഞ്ഞതും അത്രത്തോളം പരുപരുപ്പില്ലാത്തതുമാണു്. പശുവിനു് കീഴ്ത്താടിയിൽ മാത്രമേ ഉളിപ്പല്ലുള്ളു. കുതിരയ്ക്കും കോമ്പല്ലു



ചിത്രം 8. കുതിരയുടെ തലയോടു്.

കളില്ല. അണപ്പല്ലുകഠം ഭക്ഷണസാധനങ്ങഠം ചവച്ചരച്ചു തിന്നുന്നതിനു യോജിച്ചവയാണു്. കഴുത്തു നീളമുള്ളതും ബലമുള്ള പേശികളാൽ നിമ്മിതവുമാണു്.

സസ്യഭുക്കുകളും മാംസഭുക്കുകളുമായ ചില ജന്തുക്കളുടെ ശരീരഘടനയും ആഹാര സമ്പാദന രീതിയും നാം കണ്ടുവല്ലോ. ഇനി ജന്തുലോകത്തിലെ ഒരു പ്രധാന ഘടകമായ പക്ഷികളുടെ ആഹാര രീതികളെയും ശരീര ഘടനയേയുംകുറിച്ചു മനസ്സിലാക്കുവാൻ ശ്രമിക്കാം.

പക്ഷികളുടെ കൂട്ടത്തിലും സസ്യ ഭുക്കുകളും മാംസ ഭുക്കുകളുമുണ്ടു്.

തത്ത ഒരു പരിപൂണ്ണ സസ്യഭുക്കാണു്. പഴങ്ങഠം, ധാന്യങ്ങഠം, വിത്തുകഠം എന്നിവയാണു് ഇതിൻെറ ആഹാരം. ഭക്ഷണ സാധനങ്ങഠം കൊത്തിക്കീറുന്നതിനും

കടിച്ചുമുറിച്ചു തിന്നുന്നതിനും യോജിച്ചവയാണ് തത്ത യുടെ ചുണ്ടുകൾ. മേൽച്ചുണ്ട് അഗ്രം കൂർത്തതും വളഞ്ഞതും

ചിത്രം 9. തത്ത.

കീഴ്ച്ചുണ്ടിനു മേൽക്കൂടി കത്രികപോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്ന തുമാണ്. കാൽവിരലുകൾ വൃക്ഷ ശിഖരങ്ങളിൽ പററി പ്പിടിച്ചിരിക്കുന്നതിനും ആഹാര പദാർത്ഥങ്ങൾ പെറുക്കി

ചിത്രം 10. തത്തയുടെ തലയും കാലും.

യെടുത്തു ചുണ്ടിനു നേരെ പിടിക്കുന്നതിനും യോജിച്ച വയാണു്.

വൃക്ഷങ്ങളുടെ തടികളിലും ശിഖരങ്ങളിലും മററുമുള്ള ചെറിയ ദ്വാരങ്ങളിൽ കാണുന്ന പുഴക്കളെയും, സമാധി ദശയിലുള്ള കീടങ്ങളെയും മററും തിന്നു ജീവിക്കുന്ന ഒരു

ചിത്രം 11. മരംകൊത്തി.

പക്ഷിയാണു മരംകൊത്തി. ലംബമായിട്ടുള്ള തടികളിൽ പിടിച്ചിരുന്നുകൊണ്ടു പുഴക്കളിരിക്കുന്ന ദ്വാരം വലുതാക്കി അതിനുള്ളിൽനിന്നു് അവയെ പിടിച്ചെടുക്കുന്നതിനു യോജിച്ചതാണു് കാൽവിരലുകളും തലയും ചുണ്ടും നാക്കുമെല്ലാം. കാൽ വിരലുകൾ കൂർത്ത നഖങ്ങളോടുകൂടിയതും, രണ്ടെണ്ണം മുന്നോട്ടും രണ്ടെണ്ണം പിന്നോട്ടും തിരിഞ്ഞിരിക്കുന്നതും തുല്യ വലിപ്പവും

ബലവും ഉള്ളതുമാണു. അതിനാൽ തടിയിൽ പിടിച്ചിരുന്നുകൊണ്ടു് മുന്നോട്ടും പിന്നോട്ടും ആഞ്ഞു് മരത്തിൽ ശക്തിയായി കൊത്തുവാൻ അതിനു സാധിക്കും. ഭാരമുള്ള തലയും, ഉളിപോലു ള്ളനീണ്ട ചുണ്ടുകളും, ബലമുള്ള കഴുത്തുമുള്ളതുകൊണ്ടു് കട്ടപ്പമേറിയ തടികളിൽപ്പോലും ആവശ്യമുള്ള വലിപ്പത്തിൽ ദ്വാരങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുവാൻ

പിത്രം 12. മരംകൊത്തിയുടെ തലയും കാലും.

മരംകൊത്തിക്കു കഴിയുന്നു. നാക്കു നീണ്ടതും മുള്ളുകൾ പോലുള്ള ഭാഗങ്ങളുള്ളതുമാണു്. ദ്വാരത്തിനുള്ളിലേക്കു കടത്തി അവിടെയുള്ള പുഴക്കളെയും മററും വലിച്ചെടുക്കുന്നതിനു് അതു ഏററവും യോജിച്ചതാണു്.

നിലത്തുകൂടി സഞ്ചരിക്കുന്ന എലി, കോഴിക്കുഞ്ഞുങ്ങൾ മുതലായ ജീവികളെ പിടിച്ചുതിന്നുന്ന ഒരു പക്ഷിയാണു് പരുന്തു്. വളരെ ഉയരത്തിൽ പറക്കുമ്പോഴും നിലത്തുകൂടി സഞ്ചരിക്കുന്ന ചെറു ജന്തുക്കളെപ്പോലും കാണുവാൻ സഹായിക്കുന്ന കണ്ണുകളാണു് പരുന്തിനുള്ളതു്. ഇരയെ കണ്ടുകഴിഞ്ഞാൽ അതിനു ചുററും വൃത്താകാരത്തിൽ പറന്നു് അതിൻെറ ഗതിവിഗതികളെ മനസ്സിലാക്കിയശേഷം പെട്ടെന്നു നിലത്തേയ്ക്കു താണു്

കാലുകളുപയോഗിച്ച് ഇരയെ പിടിച്ചുകൊണ്ട് അതി വേഗത്തിൽ മുകളിലേക്കു പറന്നുപോകുവാൻ പരുന്തിനു

ചിത്രം 13. പരുന്തു് ഇരപിടിക്കുന്നു.

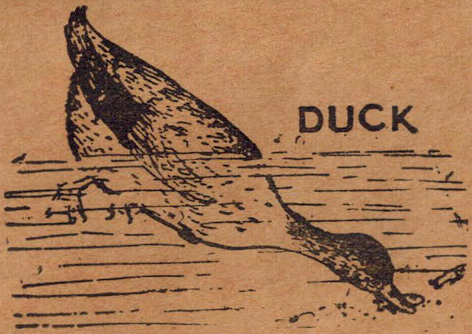
സാധിക്കുന്നു. ജീവനുള്ള ജന്തുക്കളെ പിടിക്കുമ്പോൾ അവയുടെ ആക്രമണങ്ങളെ നേരിടുവാനും, അവ രക്ഷ

ചിത്രം 14. പരുന്തിന്റെ തലയും കാലും.

പ്പെട്ടു പോകാതിരിക്കുവാനും കാലുകളുടെ പ്രത്യേക ഘടന ഉപയോഗപ്പെടുന്നു. വളഞ്ഞതും, അഗ്രം കൂർത്തതും

ബലമുള്ളതുമായ നഖങ്ങറംക്കുള്ളിലകപ്പെടുന്ന ജീവികറം രക്ഷപ്പെടുക വളരെ അപൂൎവ്വമാണ്. ഇര, തിരിഞ്ഞു കടിക്കുകയോ കൈകാലുകറംകൊണ്ടു് മാന്തുകയോ ചെയ്താൽ കേടുപററാതിരിക്കത്തക്കവണ്ണം കട്ടിയുള്ള ചെതുമ്പലുകറംകൊണ്ടു് ആവരണം ചെയ്തതാണ് കാലുകളും വിരലുകളും. ഇരയെ കൊത്തിക്കീറി തിന്നുന്നതിനു യോജിച്ചതാണ് അഗ്രം കുത്തുവളഞ്ഞ മേൽച്ചുണ്ടു്.

വെള്ളത്തിനടിയിൽ കാണുന്ന പുഴുക്കറം, വിരകറം, കീടങ്ങറം, ചെറുമത്സ്യങ്ങറം എന്നിവ തിന്നു ജീവിക്കുന്ന ഒരു പക്ഷിയാണ് താറാവ്. നീണ്ടുപരന്ന ചുണ്ടുകളും, തലയും ജലത്തിനടിയിലേയ്ക്കു താഴ്ത്തി കുറെ ചെളിയും വെള്ളവും എല്ലാംകൂടി കോരിയെടുത്തുകൊണ്ടു് തല




ചിത്രം 15. താറാവ് ഇര പിടിക്കുന്നതു്.

മുകളിലേയ്ക്കു പൊക്കുന്നതും, വീണ്ടും ഈ പ്രവൎത്തനങ്ങറം ആവൎത്തിക്കുന്നതും സാധാരണയായി കാണാവുന്ന ഒരു കാഴ്ചയാണ്. വെള്ളത്തിനടിയിലുള്ള ചെളിയിൽ കാണുന്ന ആഹാര സാധനങ്ങളെ ശേഖരിക്കുമ്പോറം കുറെ ചെളിയും വെള്ളവും കൂടി വായ്ക്കകത്തേക്കു കടക്കാതിരിക്കു

വാൻ നിവ്വാഹമില്ലല്ലോ. ഇവയിൽനിന്നു ആഹാരത്തെ മാത്രം സ്വീകരിച്ചിട്ട് ചെളിയും വെള്ളവുമെല്ലാം പുറത്തേയ്ക്കു കളയുവാൻ ചുണ്ടുകളുടെ പ്രത്യേക ഘടന സഹായിക്കുന്നു. ചുണ്ടുകൾ തമ്മിൽ നല്ലവണ്ണം അമത്തു മ്പോൾ വശങ്ങൾ തമ്മിൽ നല്ലവണ്ണം ചേരാതിരിക്ക ത്തക്കവണ്ണം പൊങ്ങിയും താണുമുള്ള അരികുകളാണ്

ചിത്രം 16. താറാവിൻെറ തലയും കാലും.

ചുണ്ടുകൾക്കുള്ളതു്. അതിനാൽ അവയ്ക്കിടയിൽക്കൂടി വെള്ളവും ചളിയും പുറത്തു പോവുകയും ആഹാര സാധന ങ്ങൾ മാത്രം ചുണ്ടിനകത്തു അവശേഷിക്കുകയും ചെയ്യും.

ആകാശത്തു പറന്നുനടക്കുകയും ജലത്തിൽനിന്നു മത്സ്യം പിടിച്ചുതിന്നുകയും ചെയ്യുന്ന ഒരു പക്ഷിയാണ് പൊന്മാൻ. മീൻ പിടിക്കുവാൻ വിരുതനായ ഈ പക്ഷിക്കു് ഇംഗ്ലീഷിലുള്ള കിംഗ് ഫിഷർ (King fisher) എന്ന പേരു വളരെ യോജിച്ചതാണ്. ജലാശയത്തിൽ തന്നെ മണിക്കൂറുകളോളം സൂക്ഷിച്ചു നോക്കിക്കൊണ്ടു് കരയിലുള്ള വൃക്ഷത്തിൽ ഇരുന്നതിനുശേഷം, പെട്ടെന്നു് വെള്ളത്തിലേക്കു ശരംപോലെ പാഞ്ഞുചെല്ലുകയും ചുണ്ടു കൾക്കിടയിൽ മത്സ്യവുമായി പറന്നു പൊങ്ങുകയും ചെയ്യുന്ന ഈ പക്ഷി മനോഹരനമാണ്. ഇതിൻെറ കൂത്ത ചുണ്ടുകൾ മീൻ പിടിക്കുവാൻ യോജിച്ചിരിക്കുന്നു

ചിറകുകളും കാലുകളും ശരീരത്തോടു ചേർത്തുവച്ചു കൊണ്ടാണു് വെള്ളത്തിലേക്കു കുതിക്കുന്നതു്. നിവർത്തിയ

ചിത്രം 17. പൊന്മാൻ മീൻ പിടിക്കുന്നതു്.

ചിറകും കാലും വെള്ളത്തിൽ മുങ്ങാൻ തടസ്സമാകുമല്ലോ.

ചിത്രം 18. പൊന്മാനിൻെറ തലയും കാലും.

മുൻപറഞ്ഞ ഉദാഹരണങ്ങളിൽനിന്നു് ജന്തുക്കളുടെ ആഹാരത്തെയും ആഹാര സമ്പാദന രീതിയേയും ആശ്രയിച്ചാണു് അവയുടെ ശരീര പ്രകൃതവും അവയവ ഘടനയുമെന്നു മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണു്. ജീവനുള്ള ജന്തുക്കളെ ആഹാരമാക്കുന്നവയ്ക്കെല്ലാം, അവയെ നേരിട്ടു് ആക്രമിച്ചോ അവയറിയാതെ അവയ്ക്കുമേൽ പെട്ടെന്നു ചാടിവീണോ കീഴടക്കുവാനും അവയെ കടിച്ചുമുറിച്ചോ പിച്ചിച്ചീന്തിയോ തിന്നുവാനും യോജിച്ച അവയവങ്ങളുണ്ടു്. സസ്യഭുക്കുകൾക്കു് ഇത്തരം അവയവങ്ങളില്ല. കൂർത്ത നഖങ്ങളും പല്ലുകളും, ചുണ്ടുകളും മാംസഭുക്കുകളുടെ പൊതുസ്വഭാവമാണു്. സസ്യഭുക്കുകൾക്കു് അവയുടെ ആഹാരം ശേഖരിക്കുന്നതിനു യോജിച്ച അവയവങ്ങളും, ചവച്ചരയ്ക്കുന്നതിനു യോജിച്ച പല്ലുകളും ആണുള്ളതു് സസ്യഭുക്കുകൾക്കു കോമ്പല്ലുകൾ ഉണ്ടായിരിക്കയില്ല.

## പാഠം 2

### സഞ്ചാരരീതിയും ശരീരഘടനയും

മുൻ പാഠത്തിൽ ജന്തുക്കളുടെ ആഹാരത്തിനനുയോജ്യമാണു് ശരീരഘടനയെന്നു കണ്ടുവല്ലൊ. ഇനി സഞ്ചാര രീതിക്കു ശരീരഘടന എത്രമാത്രം യോജിച്ചിരിക്കുന്നുവെന്നു നോക്കാം. നിലത്തിലിഴയുന്നവയും, മണൽ പ്രദേശങ്ങളിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നവയും, ചെളിപ്രദേശങ്ങളിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നവയും, ഉറച്ച നിലത്തു സഞ്ചരിക്കുന്നവയും, ജലത്തിലും വായുവിലും സഞ്ചരിക്കുന്നവയുമായി പലയിനം ജന്തുക്കളെ നമ്മുടെ പരിസരങ്ങളിൽ കാണുവാൻ കഴിയും. അവയിൽ ചിലതിനെക്കുറിച്ചു മാത്രമാണു് ഈ പാഠത്തിൽ പറയുവാൻ പോകുന്നതു്. അവയെ ഉദാഹരണമായി വച്ചുകൊണ്ടു് നിങ്ങളുടെ പരിസരങ്ങളിലുള്ള മററു ജന്തുക്കളെയും നിരീക്ഷിച്ചു

മനസ്സിലാക്കുവാൻ ശ്രമിക്കുക. മിക്കവാറും എല്ലാ ജന്തുക്കളിലും ആഹാരസമ്പാദനത്തിനനുയോജ്യമാണ് സഞ്ചാരരീതി. അതിനാൽ അവയുടെ ശരീരഘടന ആഹാരസമ്പാദനത്തിനുതകുന്ന രീതിയിലുള്ള സഞ്ചാരത്തിനു് യോജിച്ചതായിരിക്കും.

ഈർപ്പവും വളവുമുള്ള മണ്ണിൽ സാധാരണ കണ്ടുവരുന്ന ഒരു ജീവിയാണ് മണ്ണിര. മണ്ണിനടിയിലുള്ള മാളങ്ങളിലാണ് ഇതു് അധികസമയവും കഴിച്ചുകൂട്ടുന്നതു്. ജീർണ്ണിച്ച ജൈവാംശങ്ങളാണ് ഇതിന്റെ ആഹാരം. വളരെ വേഗത്തിലുള്ള സഞ്ചാരം ഇതിനാവശ്യമില്ല. മണ്ണിൽ സാവധാനത്തിൽ ഇഴയുന്നതിനു

ചിത്രം 19. മണ്ണിര. (വൃത്തത്തിനുള്ളിൽ ഒരു സീററ വലുതാക്കി കാണിച്ചിരിക്കുന്നു)

യോജിച്ചതാണ് അതിന്റെ ശരീരഘടന. ത്വക്കിലുള്ള സൂക്ഷ്മങ്ങളായ മുള്ളുകൾ പോലുള്ള സീററകളും ശരീരത്തിലുള്ള മാംസപേശികളുമാണ് സഞ്ചാരത്തിനു സഹായിക്കുന്നതു്. മാംസപേശികളുടെ സഹായത്താൽ ശരീരത്തിന്റെ നീളം കൂട്ടുന്നതിനും കുറയ്ക്കുന്നതിനും മണ്ണിരയ്ക്കു കഴിയും. മുൻഭാഗത്തുള്ള സീററകളെ മണ്ണിൽ ഉറപ്പിച്ചിട്ടു് ശരീരത്തിന്റെ നീളം കുറയ്ക്കുമ്പോൾ പിൻഭാഗം മുന്നോട്ടടുക്കും. പിൻഭാഗം ഉറപ്പിച്ചിട്ടു് ശരീരത്തിന്റെ നീളം കൂട്ടുമ്പോൾ മുൻഭാഗം മുന്നോട്ടു നീങ്ങും. ഇങ്ങനെ ഇടവിട്ടിടവിട്ടു് ശരീരത്തിന്റെ മുൻപിൻ ഭാഗങ്ങൾ നിലത്തുറപ്പി

കഉകയും ശരീരദൈർഘ്യം കുറയ്ക്കുകയും കൂട്ടുകയും ചെയ്താണ്ട് മണ്ണിര സഞ്ചരിക്കുന്നതു്. ഇതുപോലെ പിന്നോട്ടു സഞ്ചരിക്കുവാനും മണ്ണിരയ്ക്കു കഴിയും.

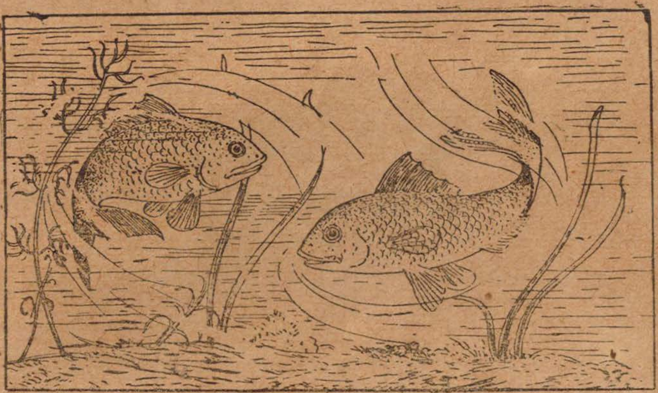
പുല്ലിൽ ചാടി നടക്കുന്ന പുൽച്ചാടി (grass hopper) എന്ന പ്രാണിക്കു ആറു ജോടി കാലുകളുണ്ടു്. അവയുപയോഗിച്ചു പുല്ലിൽകൂടി നടക്കുവാനും, ഏററവും പിന്നിലുള്ള ഒരു ജോടി കാലുകൾ ഉപയോഗിച്ചു കുതിച്ചു ചാടുവാനും പുൽച്ചാടിക്കു കഴിയും. പിൻകാലുകൾ മററു കാലുകളെ അപേക്ഷിച്ചു് നീളവും ബലവും കൂടുതലുള്ളവയാണു്. ഈ കാലുകൾക്കു പുറമെ പുൽച്ചാടിക്കു ചിറകുകളുമുണ്ടു്. അതിനാൽ പറക്കുവാനും ഇവയ്ക്കു കഴിയും.

ജലത്തിലും കരയിലും ഒന്നുപോലെ ജീവിക്കുവാൻ കഴിയുന്ന തവള ജലത്തിൽ നീന്തുവാനും കരയിൽ

ചിത്രം 20. തവള ചാടുന്നതു്.

ചാടിച്ചാടി സഞ്ചരിക്കുവാനും അതിൻെറ പിൻകാലുകാം ഉപയോഗിക്കുന്നു. നീളമുള്ളതും ബലമുള്ള മാംസപേശി കളോടുകൂടിയതുമാണു് തവളയുടെ പിൻകാലുകാം. പിൻകാലുകളിലെ വിരലുകാം തമ്മിൽ ചർമ്മബന്ധ വുമുണ്ടു്. അതിനാൽ അവയുപയോഗിച്ചു വെള്ളത്തിൽ നീന്തുവാൻ കഴിയും. തവള കരയിലായിരിക്കുമ്പോാം മടക്കിവച്ചിട്ടുള്ള പിൻകാലുകാം പെട്ടെന്നു നിവത്തി മുന്നോട്ടു ചാടുന്നു.

മത്സ്യത്തിൻെറ ശരീരഘടന വെള്ളത്തിൽ മാത്രം ജീവിക്കുന്നതിനു് യോജിച്ചതാണു്. ശരീരത്തിൻെറ പിന്നിലുള്ള വാലാണു് പ്രധാന സഞ്ചാരാവയവം. ഇതിനെ വശങ്ങളിലോട്ടു് ശക്തിയായി അടിച്ചിട്ടാണു്

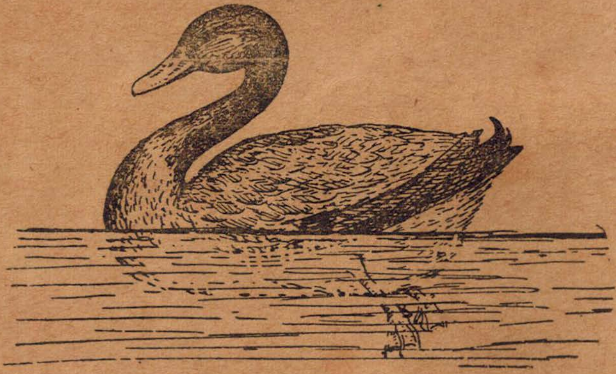


ചിത്രം 21. മത്സ്യം വെള്ളത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതു്.

മുന്നോട്ടു സഞ്ചരിക്കുന്നതു്. ശരീരത്തിൻെറ ഉപരി ഭാഗത്തും അധോഭാഗത്തുമുള്ള ചിറകുകാം ശരീരത്തെ വെള്ളത്തിൽ നേരെ നിറുത്തുന്നതിനു സഹായിക്കുന്നു.

കൈകാലുകളുടെ സ്ഥാനത്തുള്ള ചിറകുകൾ വശങ്ങളിലേക്കു തിരിയുന്നതിനും ഗതിവേഗം നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനും സഹായിക്കുന്നു. മുൻപിൻ അഗ്രങ്ങൾ കൂർത്തും വഴവഴപ്പുള്ള ഒരു ദ്രാവകംകൊണ്ടു മൂടിയിട്ടുള്ളതുമായ ശരീരം വെള്ളത്തിൽകൂടി യാതൊരു തടസ്സവും കൂടാതെ സഞ്ചരിക്കുന്നതിനു് യോജിച്ചതാണു്.

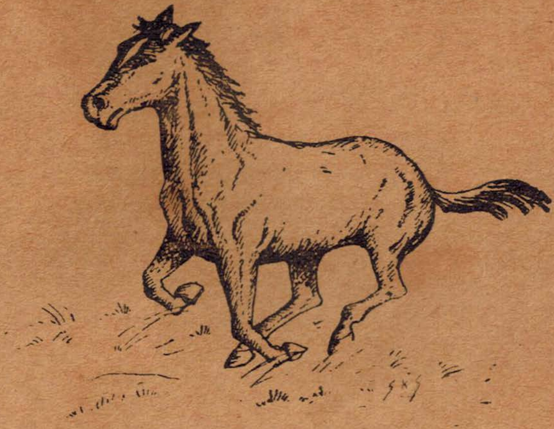
ജലജീവിതത്തിനു് യോജിച്ച ശരീരഘടനയോടുകൂടിയ ഒരു പക്ഷിയാണു് താറാവു്. കാൽവിരലുകൾ തമ്മിൽ ചർമ്മങ്ങൾകൊണ്ടു് ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ



ചിത്രം **22.** താറാവു് നീന്തുന്നതു്.

വെള്ളത്തിൽ നീന്തുന്നതിനു് അവ യോജിച്ചിരിക്കുന്നു. ചിറകുകൾ താരതമ്യേന ചെറുതാണു്. തൂവലുകൾ എണ്ണമയമുള്ളതായി സൂക്ഷിക്കപ്പെടുന്നതുകൊണ്ടു് അവ ഈർപ്പം ഗ്രഹിച്ചുവയ്ക്കുന്നില്ല.

ഉറച്ച മണ്ണിൽക്കൂടി വളരെ വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുവാൻ കഴിവുള്ള ജന്തുക്കളാണു് മാനും കുതിരയും. ശത്രുക്കളിൽനിന്നു് ഈ ജന്തുക്കൾ ഓടി രക്ഷപ്പെടുകയാണു



ചിത്രം 23. കുതിര ഓടുന്നതു്.

ചിത്രം 24. മാൻ ഓടുന്നതു്.

ചെയ്യുന്നതു്. ഒതുങ്ങിയ ശരീരം, ബലമുള്ള നീണ്ട കാലുകഠം എന്നിവയാണു് വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ജന്തുക്കളുടെ പ്രധാന ലക്ഷണങ്ങഠം. പിൻകാലുകഠം നിലത്തു് ഊന്നി മുന്നോട്ടു കുതിച്ചുചാടുന്നതിനു ഇവയ്ക്കു കഴിയും. പാദാഗ്രങ്ങളുടെയും കുളമ്പുകളുടെയും പ്രത്യേക ഘടന വളരെ വേഗത്തിൽ ഓടുന്നതിനും കുതിച്ചു ചാടുന്നതിനും യോജിച്ചതാണു്.

വായുവിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന പക്ഷികളുടെയും കീടങ്ങളുടെയും ശരീരഘടനയും, അവയവങ്ങളും, ആകൃതിയും വെള്ളത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ജന്തുക്കളുടേതിനോടു സാമ്യമുള്ളവയാണു്. എന്നാൽ ഇവയ്ക്കു ജലജീവികളെക്കാഠം

ചിത്രം 25. ഒരു പക്ഷി മുകളിലേക്കു പറക്കുന്നതു്.

താരതമ്യേന വലിപ്പംകൂടിയ ചിറകുകളും ഭാരംകുറഞ്ഞ ശരീരവുമാണുള്ളതു്. ചിറകുകഠം ശക്തിയായി പൊക്കുകയും താഴ്ത്തുകയും ചെയ്തു് മുകളിലേക്കു പോകുവാനും

അവയെ നിശ്ചലമാക്കിക്കൊണ്ടു് താഴേയ്ക്കു വഴുതിയിറങ്ങുവാനും പക്ഷികൾക്കു കഴിയും. ശരീരത്തിൻെറ പിൻഭാഗത്തെ തൂവലുകളെ വശങ്ങളിലേയ്ക്കു തിരിച്ചാണു് പക്ഷികൾ അവയുടെ സഞ്ചാരദിശയിൽ വ്യതിയാനങ്ങൾ വരുത്തുന്നതു്.

ചിത്രം 26. ഒരു പക്ഷി താഴേയ്ക്കു് വഴുതിയിറങ്ങുന്നു.

പക്ഷികളുടെയെല്ലാം ചിറകുകൾ അവയുടെ മുൻകാലുകൾ രൂപാന്തരപ്പെട്ടുണ്ടായിട്ടുള്ളവയാണു്. ചിറകുകൾ നീളമുള്ള അനേകം തൂവലുകൾ കൊണ്ടു നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്നു. ചിറകുകളുടെ അടിവശം ഉള്ളിലോട്ടു വളഞ്ഞും മുകൾവശത്തിൻെറ മദ്ധ്യഭാഗം ഉന്തി വശങ്ങളിലേക്കു ചരിഞ്ഞുമിരിക്കുന്നു. ഇവയുടെ ഭുജമാംസപേശികളാണു് ശരീരത്തിലെ ഏററവും വലിയ പേശികൾ. അവ നല്ല ബലമുള്ളവയാണു്. എല്ലുകൾ ഭാരം കുറഞ്ഞവയും അകം പൊള്ളയായവയുമാണു്. ശ്വാസകോശങ്ങൾ താരതമ്യേന വലുതായിരിക്കുന്നു. വായുവിൽ പറക്കുന്നതു് ഏററവും ആയാസകരമായ പ്രവൃത്തിയാകയാൽ ബലമുള്ള പേശി

കളും വലിപ്പം കൂടിയ ശ്വാസകോശങ്ങളും ഏററവും പ്രവത്തനക്ഷമമായ ഹൃദയവും അവയ്ക്കുണ്ടു്

ഷഡ്പദങ്ങൾ ആകാശത്തിൽ പറന്നുനടക്കുന്നവയാണെങ്കിലും അവ സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരം താരതമ്യേന കുറവും ജീവിതകാലം ഹ്രസ്വവും ആണു്. അവയുടെ ശരീരത്തിൽ അസ്ഥിയില്ലാത്തതിനാൽ ഭാരം കുറവായിരിക്കും. ചിറകുകൾ സാധാരണയായി രണ്ടു ജോടി കാണും. ഒരു ജോടി ചിറകുകളുള്ളവയും നിരവധിയുണ്ടു്. രണ്ടു ജോടി

ചിത്രം 27. ഷഡ്പദങ്ങൾ പറക്കുന്നതു്.

ചിറകുകളുള്ളവയിൽ മിക്കവെയുടെയും ആദ്യ ജോടി ചിറകുകൾ കട്ടി കൂടിയവയും വിസ്താരം കുറഞ്ഞവയും രണ്ടാമത്തെ ജോടിയെ പൊതിഞ്ഞു സൂക്ഷിക്കാൻ ഉപകരിക്കുന്നവയുമാണു്. കാലുകൾ മൂന്നു ജോടിയുണ്ടു്. ഇവയെല്ലാം ശരീരത്തെ താങ്ങി നിറുത്തുന്നതിനും നടക്കുന്നതിനും സഹായിക്കുന്നു. ഏററവും പുറകിലത്തെ ഒരു ജോടി കാലുകൾ മുന്നിലുള്ളവയെ അപേക്ഷിച്ചു് വലിപ്പം കൂടിയവയായിരിക്കും.

## പാഠം 3

### ശത്രുക്കളിൽനിന്നു രക്ഷ നേടുന്നതിനുള്ള മാർഗ്ഗങ്ങൾ

ശത്രുക്കളിൽനിന്നു രക്ഷ നേടുന്നതിനു ജന്തുക്കൾ സ്വീകരിച്ചിട്ടുള്ള മാർഗ്ഗങ്ങൾ നിരവധിയാണ്. വിഷമുള്ള മുള്ളുകൾ, കൂർത്ത പല്ലുകൾ, മൂർച്ചയേറിയ നഖങ്ങൾ, കൊമ്പുകൾ മുതലായ അവയവങ്ങൾ ശത്രുക്കളെ നേരിടുന്നതിനു ചില ജന്തുക്കൾക്കു ഉപകരിക്കുന്നു. എന്നാൽ മററു ചില ജന്തുക്കളിൽ ശത്രുക്കളുടെ ആക്രമണംമൂലം ശരീരത്തിനു കേടു പററാതിരിക്കുന്നതിനു സഹായിക്കുന്ന ആവരണങ്ങളുണ്ടു്. ചില ജന്തുക്കൾ, അവ ജീവിക്കുന്ന പരിസരങ്ങളോടു വളരെയധികം ഇണങ്ങുന്ന ശരീരാവരണത്തോടുകൂടിയവയായിരിക്കും. അത്തരം ജന്തുക്കൾ നിശ്ചലമായിരുന്നാൽ അവയുടെ സാന്നിദ്ധ്യം മനസ്സിലാക്കുവാൻ സാധിക്കയില്ല.

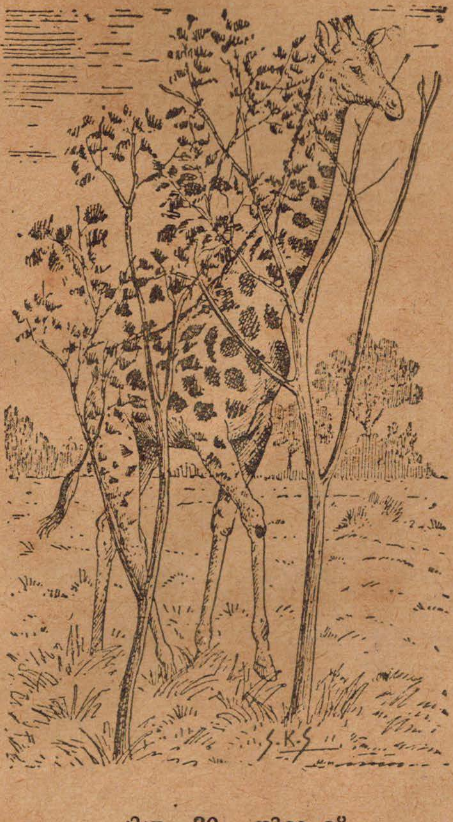
സസ്യങ്ങളിൽ കാണപ്പെടുന്ന ചിലതരം പുഴുക്കൾ, കീടങ്ങൾ എന്നിവ നിശ്ചലമായി പററിയിരുന്നാൽ അതിനെ സസ്യത്തിൻെറ ഒരു ഭാഗമായിമാത്രമെ കരുതുകയുള്ളു. ചിത്രം 28 നോക്കുക. ചിലതിനെ ചെറുശിഖരമായും, മററു ചിലതിനെ ഇലയുടെയോ പൂവിൻെറയോ ഒരു ഭാഗമായും കരുതാനിടയുണ്ടു്. ജലാശയങ്ങളുടെ തീരത്തു പുല്ലുകളുടെയിടയ്ക്കു് പതുങ്ങിയിരിക്കുന്ന തവളയെ വെള്ളത്തിലേക്കു ചാടുമ്പോഴാണ് നാം കാണാറുള്ളതു്. പച്ചിലകളുടെ ഇടയ്ക്കായിരിക്കുമ്പോൾ പച്ചനിറത്തിലിരിക്കുന്ന ഓന്തു് ഉണങ്ങിയ ഇലകൾ അധികമുള്ള സ്ഥലത്തോ, വൃക്ഷശാഖയിലോ ഇരിക്കുമ്പോൾ തവിട്ടുനിറത്തിൽ കാണുന്നു. പലതരം പൂപ്പും പായലും പിടിച്ചിട്ടുള്ള തടിയിൽ പററിയിരിക്കുന്ന കീടങ്ങളെയും എട്ടുകാലികളെയും മററും കണ്ടുപിടിക്കുവാൻ വളരെ

ചിത്രം 28.

ശ്രദ്ധിച്ചു നോക്കിയാൽ മാത്രമെ സാധിക്കൂ. ഇടതൂർന്നു വളരുന്ന വൃക്ഷലതാദികൾക്കിടയിൽ പതുങ്ങിനില്ക്കുന്ന

ചിത്രം 29. സീബ്രാ.

ജിറാഫും, സീബ്രായും, പുള്ളിമാനും മററും എളുപ്പത്തിൽ നമ്മുടെ ദൃഷ്ടിയിൽപ്പെടാത്തതു് അവിടത്തെ നിഴലിനും



ചിത്രം 30. ജിറാഫ്.

വെളിച്ചത്തിനും ഇണങ്ങുന്ന തരത്തിലുള്ള വരകളും പുള്ളികളും മററും അവയുടെ ശരീരത്തിലുള്ളതിനാലാണു്.

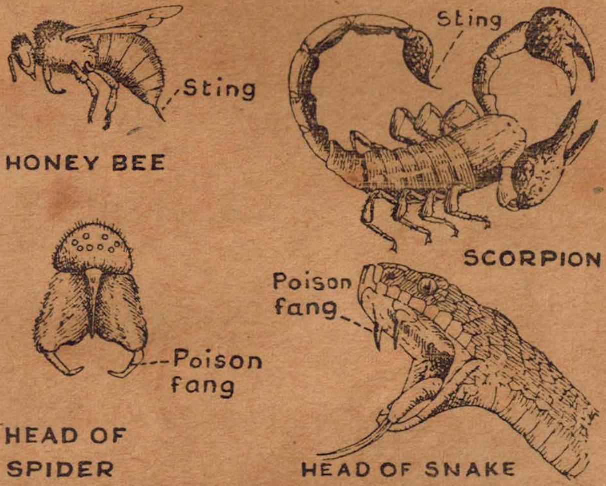
മഞ്ഞുകൊണ്ടു മൂടിക്കിടക്കുന്ന നിമ്നോന്നത പ്രദേശത്തു നിൽക്കുന്ന ഒരു വെള്ളക്കരടിയെ ആ സ്ഥലത്തിൻെറ ഒരു ഭാഗമായേ കണക്കാക്കുകയുള്ളൂ.

ചിത്രം 31. വെള്ളക്കരടി. (Polar bear)

ഉപദ്രവകാരികളായ ചില ജന്തുക്കളെ അനുകരിക്കുന്ന ആവരണങ്ങരം സ്വീകരിച്ചു മററുള്ള ജന്തുക്കളെ കബളിപ്പിച്ചു രക്ഷപ്പെടുന്ന ജന്തുക്കളുമുണ്ടു്. വെള്ളത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന വിഷമില്ലാത്ത ഒരു തരം പാമ്പിനു്, ഉഗ്ര വിഷമുള്ള ചേനത്തണ്ടൻേറതുപോലുള്ള ആവരണമുണ്ടു്. വിഷമുള്ള കടന്നലിനെപ്പോലെ മഞ്ഞവരകളോടുകൂടിയ നിരുപദ്രവിയായ മറെറാരു ഷഡ്പദവുമുണ്ടു്.

തേനീച്ചയുടെയും തേളിൻെറയും ഉദരത്തിൻെറ പിന്നററത്താണു് വിഷസഞ്ചിയും മുള്ളും ഉള്ളതു്. പാമ്പിൻെറ വായ്ക്കകത്താണു് വിഷപ്പല്ലു്. വായു് നല്ലവണ്ണം തുറന്നാൽമാത്രം നിവർന്നുവരത്തക്കവണ്ണം മേൽത്താടിയുടെ ഉരംവശത്തായി പാമ്പിൻെറ വിഷപ്പല്ലു്

ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ചിലന്തിയുടെ തലയിൽ മുൻവശത്തായിട്ടാണു് അതിൻെറ വിഷപ്പല്ലുകൾ ഉള്ളതു്.




ചിത്രം 32.

കാളയ്ക്കും പോത്തിനും മററും കൊമ്പുകളാണു് പ്രതിരോധാവയവങ്ങൾ. മുള്ളൻപന്നിയുടെയും മുള്ളെലിയുടെയും ശരീരത്തിലുള്ള കൂർത്ത മുള്ളുകൾ ശത്രുക്കളിൽ നിന്നു അവയെ രക്ഷിക്കുന്നു. ആമയുടെ പുറന്തോടു് ശരീരം മുഴുവനും ആവരണം ചെയ്തിരിക്കുന്നതിനാൽ തലയും കാലുകളും ഉള്ളിലേയ്ക്കു വലിച്ചിട്ടു സ്വസ്ഥമായി അതിനുള്ളിലിരിക്കാം. ഉറുമ്പുതീനിക്കു നല്ല കട്ടിയുള്ള അനേകം ചെതുമ്പലുകൾ ചേർന്ന ഒരാവരണമുണ്ടു്. ശത്രുബാധയുള്ളപ്പോൾ ഇതു് തല ഉള്ളിലാക്കി ചുരുണ്ടു കിടന്നുകളയും. ഒച്ചു്, ശംഖു്, ചിപ്പി എന്നിവയ്ക്കും അവയുടെ കട്ടിയുള്ള ആവരണങ്ങൾക്കുള്ളിൽ ഒതുങ്ങിയി

രിക്കാം. സ്വന്തമായി ഇതുപോലെ ഒരാവരണമില്ലാത്ത ഒരിനം ഞണ്ടു് ശംഖു വർഗ്ഗത്തിൽപ്പെട്ട ജന്തുക്കളുടെ ഒഴിഞ്ഞ തോടിനുള്ളിൽ കടന്നുകൂടി ജീവിതം നയിക്കുന്നുണ്ടു്. ചിത്രം 35 (4) സന്യാസി ഞണ്ടു് (Hermit Crab) എന്നാണിവനറിയപ്പെടുന്നതെങ്കിലും ചില പ്പോഴം പാകത്തിനുള്ള ഒഴിഞ്ഞ കൂട കിട്ടിയില്ലെങ്കിൽ

ചിത്രം 33 മുള്ളൻപന്നി.

ചിത്രം 34.

ചിത്രം 35

ജീവനുള്ള ഒന്നിനെ ആക്രമിച്ചു കൊന്നിട്ട അതിന്റെ കൂട അപഹരിച്ചുപയോഗിക്കാൻ ഇവൻ മടിക്കാറില്ല.

ഇങ്ങനെ ആത്മരക്ഷയ്ക്കായി സ്വീകരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള നിരവധി മാർഗ്ഗങ്ങൾ ജന്തുലോകത്തു് ഉടനീളം കാണാം.

## പാഠം 4

### ജന്തുക്കളുടെ സാമൂഹ്യജീവിതം

സമൂഹ്യജീവിതം സ്വീകരിച്ചിട്ടുള്ള ജന്തുക്കളുടെ കൂട്ടത്തിൽ പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നവയാണു് ഉറുമ്പും തേനീച്ചയും. പരസ്പരധാരണയോടും ഒത്തൊരുമയോടുംകൂടി സമുദായത്തിന്റെ പൊതുനന്മയ്ക്കുവേണ്ടി ആത്മാർത്ഥമായി പ്രവർത്തിക്കുന്ന അംഗങ്ങളുള്ള ഒരു സമുദായത്തിനു് എന്തെല്ലാം നേട്ടങ്ങളുണ്ടാക്കാമെന്നു കാണിക്കുന്നവയാണു് അവയുടെ ജീവിതങ്ങൾ. വാസസ്ഥലനിർമ്മാണം, ആഹാരസമ്പാദനം, ആഹാരസംഭരണം, ശിശുപാലനം

പ്രതിരോധം, ആക്രമണം തുടങ്ങിയുള്ള എല്ലാ പ്രവൎത്തനങ്ങളും ഏററവും കാര്യക്ഷമമായി ഐകമത്യത്തോടുകൂടി ഈ സമുദായങ്ങളിൽ നടത്തപ്പെടുന്നതായി കാണാം.

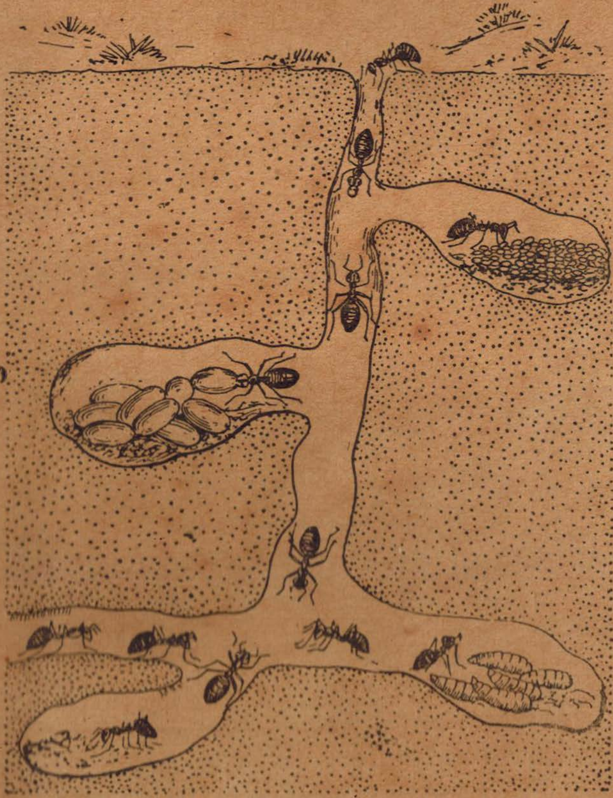
## ഉറുമ്പ്

നമ്മുടെ നാട്ടിൽ അനേകയിനം ഉറുമ്പുകളെ കാണുവാൻ കഴിയും. അവയെല്ലാം സാമൂഹ്യജീവിതം നയിക്കുന്നവയുമാണ്. അവയിലധികവും മണ്ണിൽ മാളങ്ങളുണ്ടാക്കി വസിക്കുന്നവയാണ്.

മഴക്കാലം കഴിഞ്ഞു വേനല്ക്കാലത്തിന്റെ ആരംഭത്തോടുകൂടി അടുക്കളത്തോട്ടത്തിലോ, വീട്ടിനുചുററുമുള്ള പറമ്പിലോ നോക്കിയാൽ കല്ലുകൾ, തടിക്കഷണങ്ങൾ എന്നിവയുടെ അടിയിലും മററും ചെറിയ ഉറുമ്പിൻകൂട്ടങ്ങളെ കാണാം. ഇവയിൽ കറുപ്പുനിറത്തിലും, ഇരുണ്ട ചുവപ്പുനിറത്തിലും ഉള്ളവയുണ്ട്. മണ്ണിൽ തുളച്ച് തുരങ്കങ്ങളുണ്ടാക്കി അവിടവിടെയായി അറകളുമുണ്ടാക്കിയാണ് ഇവ വസിക്കുന്നത്. ഇത്തരം ഒരു ഉറുമ്പിൻകൂട്ടത്തെ കണ്ടുപിടിച്ച്, അവ ഇരിക്കുന്ന സ്ഥലത്തുള്ള കുറെ മണ്ണോടുകൂടി ഒരു മൺവെട്ടികൊണ്ടോ മറേറാ കോരിയെടുത്ത് ഒരു തകരത്തിലാക്കുക. നിങ്ങൾ ശേഖരിക്കുന്ന ഉറുമ്പിൻകൂട്ടത്തിൽ ഒന്നുരണ്ടു റാണിമാരും കുറെയധികം ജോലിക്കാരും കുറെ മുട്ടയും സമാധിദശയിലുള്ള ഉറുമ്പുകളും ഉണ്ടായിരിക്കണം. ഇതിനെ പ്രത്യേകരീതിയിലുള്ള ഒരു കൂട്ടിനകത്തേക്കു മാററിയാൽ അതിന്റെ എല്ലാ പ്രവൎത്തനങ്ങളും കണ്ടുമനസ്സിലാക്കാം. [ഇത്തരം ഒരു കൂടുണ്ടാക്കുന്ന വിധം ഈ പാഠത്തിന്റെ അവസാനത്തിൽ കൊടുത്തിട്ടുണ്ട്.]

ഉറുമ്പ് അതിന്റെ മുൻകാലുകളും വായിലെ ചില ഭാഗങ്ങളുമുപയോഗിച്ചാണ് മണ്ണിൽ മാളങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നത്. വലിയ തലയും വലിപ്പവും ബലവുമുള്ള വദനഭാഗങ്ങളുമുള്ള യോദ്ധാക്കൾ ഇത്തരം ഉറുമ്പിൻകൂട്ടത്തിലു

ണ്ടായിരിക്കും. ശത്രുക്കളെ നേരിടുകയാണ് ഇവരുടെ ജോലി. സാധാരണക്കാരായ ജോലിക്കാരെല്ലാം ചെറിയ ശരീരമുള്ളവയാണ്. ഒന്നിൽകൂടുതൽ റാണിമാർ ഓരോ സംഘത്തിലും കാണും. ഇവ മററുള്ളവയെ അപേക്ഷിച്ച് വലുതായിരിക്കും.



ചിത്രം 36. ഉറുമ്പിൻെറ മാളം

റാണിമാർക്കു് ആഹാരം കൊടുക്കുന്നതും അവരെ സംരക്ഷിക്കുന്നതും ജോലിക്കാരാണു്. റാണിമാർ മാത്രമേ മുട്ടയിടുകയുള്ളു. കൂട്ടിൻെറ ഏതു ഭാഗത്തുവച്ചും അവ മുട്ടയിടും. ആ മുട്ടകളെ ജോലിക്കാർ അപ്പഴപ്പോൾ പ്രത്യേക അറകളിലേയ്ക്കു മാററി സൂക്ഷിക്കും. ഈ അറകളിൽ മുട്ടകളെ സംരക്ഷിക്കുന്നതിനായി നിയുക്തരായ ഉറുമ്പുകൾ ഉണ്ടായിരിക്കും. മുട്ടകളിൽനിന്നു് വിരിഞ്ഞു വരുന്ന പുഴക്കൾക്കു കാലുകൾ ഉണ്ടായിരിക്കയില്ല. അവയ്ക്കു ആഹാരം നൽകുന്നതു വേലക്കാരാണു്. വേലക്കാരുടെ ആമാശയത്തിൽനിന്നു് വായിൽക്കൂടി പുറത്തേക്കു വരുന്ന ദഹിച്ച ആഹാരമാണു് കുഞ്ഞുങ്ങൾക്കു് നൽകുന്നതു്. കുഞ്ഞുങ്ങളെ നക്കിത്തുടച്ചു വൃത്തിയാക്കിസൂക്ഷിക്കുന്നതും, ഒരേപ്രായത്തിലുള്ളവയെയെല്ലാം ഒന്നിച്ചു ഒരേ അറയിലാക്കുന്നതുമെല്ലാം അവയെ സൂക്ഷിക്കുന്ന ആയമാരാണു്. ആയമാർ കുഞ്ഞുങ്ങളെ കടിച്ചെടുത്തു കൊണ്ടാണു് ഒരു സ്ഥലത്തുനിന്നും മറെറാരുസ്ഥലത്തേക്കു മാററുന്നതു്.

പൂർണ്ണവളച്ചയായ പുഴക്കളെ പ്രത്യേക അറകളിലേയ്ക്കു മാററും. പിന്നീടു അവയ്ക്കു ആഹാരം നൽകേണ്ടതില്ല. ശരീരത്തിനുചുററും ഒരു ആവരണം (Cocoon) ഉണ്ടാക്കി അതിനകത്തിരുന്നുകൊണ്ടു് അതു പൂർണ്ണവളച്ചയെ പ്രാപിക്കും. ഉറുമ്പിൻകൂട്ടങ്ങളുള്ളിടത്തെല്ലാം വെളുത്ത നിറത്തിലുള്ള പുഴക്കളും സമാധിസ്ഥമായ ഉറുമ്പുകളും ഉണ്ടായിരിക്കും. കൂടിളക്കിയാൽ ഇവയെ ജോലിക്കാർ കടിച്ചെടുത്തുകൊണ്ടു അഭയസ്ഥാനങ്ങളിലേയ്ക്കു ഓടുന്നതു് കാണാം. ഇവയെ മുട്ടകൾ എന്നാണു് സാധാരണ പറയാറുള്ളതു്. മുട്ടകൾ വളരെ ചെറുതാണു്. അവയെ എളുപ്പത്തിൽ കാണാൻ സാധിക്കയില്ല.

പ്രായപൂർത്തിയായ ഉറുമ്പിനെ കൊക്കൂണിൽനിന്നും പുറത്തേക്കു വരുന്നതിനു് സഹായിക്കുന്നതും പുറത്തുവന്ന

തിനുശേഷം ആഹാരം സമ്പാദിക്കുവാൻ കഴിയുന്നതുവരെ അവയ്ക്കു് ആഹാരം നൽകുന്നതും ജോലിക്കാരാണു്.

സാധാരണയായി നാം കാണുന്ന ഉറുമ്പുകൾക്കൊന്നിനും ചിറകുകൾ കാണാറില്ല. എന്നാൽ ചില കാലങ്ങളിൽ അവയിൽ ചിലതിനു് ചിറകുകളുള്ളതായി കാണും. റാണിമാർക്കും ആൺ ഉറുമ്പുകൾക്കുമാണു് ചിറകുകൾ ഉണ്ടാകുന്നതു്. ഇവയിൽ വലിപ്പംകൂടിയതു് റാണിമാരാണു്.

മഴയും കോളുമൊന്നുമില്ലാത്ത ഒരു ദിവസമായിരിക്കും ഉറുമ്പുകളുടെ സ്വയംവരഘോഷയാത്ര. ആകാശത്തു വച്ചാണു് സ്വയംവരം നടക്കുന്നതു്. അതിലേയ്ക്കായി റാണിമാരും പുരുഷന്മാരും ആകാശത്തേയ്ക്കു അതിവേഗം പറക്കുന്നു. സ്വയംവരത്തിനുശേഷം റാണിമാർ മാത്രമേ തിരിച്ചെത്താറുള്ളു. ആൺഉറുമ്പുകളുടെയെല്ലാം ജീവിതം ആ യാത്രയോടുകൂടി അവസാനിക്കും. റാണിമാർ അപൂർവ്വമായേ പഴയകൂടുകളിൽ തിരിച്ചെത്താറുള്ളു. തിരിച്ചെത്തിയാലുടൻതന്നെ ചിറകുകൾ ഉപേക്ഷിക്കുകയും മുട്ടയിടാനാരംഭിക്കുകയും ചെയ്യും. പഴയ കൂട്ടിലാണെങ്കിൽ അവിടെയുള്ള ജോലിക്കാർ മുട്ടകളെ സംരക്ഷിക്കുന്ന ജോലി ഏറ്റെടുക്കും. പുതിയ ഒരു സ്ഥലത്താണെങ്കിൽ ആദ്യമിടുന്ന മുട്ടകളെ സംരക്ഷിക്കുന്ന ജോലിയും അവയ്ക്കു താമസസ്ഥലമുണ്ടാക്കുന്ന ജോലിയുമെല്ലാം റാണിതന്നെ നിർവ്വഹിക്കും.. ആദ്യത്തെ സംഘം മുട്ടകൾ വിരിഞ്ഞുണ്ടാകുന്നതെല്ലാം ജോലിക്കാരായിരിക്കും. അവക്കു് പ്രായപൂർത്തിയാകുന്നതോടുകൂടി കൂട്ടിലെ എല്ലാ ജോലികളും അവരേറ്റെടുക്കും.

ഉറുമ്പുകളുടെ ആഹാരസമ്പാദനരീതിയും രസകരമാണു്. ആഹാരമന്വേഷിച്ചു കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനു് പ്രത്യേകം സ്കൗട്ടുകൾ ഉണ്ടു്. അവ ചുററിസഞ്ചരിച്ചു ആഹാരമുള്ള സ്ഥാനം കണ്ടുപിടിച്ചാൽ തിരിച്ചു കൂട്ടി

ലേയ്ക്കുപോയി വിവരം ധരിപ്പിക്കും. ആഹാരത്തിൻെറ അളവും സ്വഭാവവുമനുസരിച്ച് കുറെയെണ്ണം ഉറുമ്പുകളോ, വലിയൊരു സംഘമോ ആ സ്ഥലത്തേയ്ക്കു പോകും. ഉറുമ്പിൻെറ ശക്തി അത്ഭുതാവഹമാണ്. അതിൻെറ

A B C

ചിത്രം 37. A ആൺഉറുമ്പ്, B വേലക്കാരി, C റാണി.

ഭാരത്തേക്കാൾ അനേകമടങ്ങു ഭാരംകൂടിയ സാധനങ്ങളെ എടുത്തുകൊണ്ടുവരാൻ അവയ്ക്കു കഴിയും. പുൽച്ചാടികൾ പുഴക്കൾ, ശലഭങ്ങൾ എന്നിവയെ ഉറുമ്പുകൾ കൂട്ടമായി ചേർന്നു ആക്രമിച്ച് കീഴടക്കി പൊക്കിയെടുത്തു കൂട്ടിലേയ്ക്കു കൊണ്ടുപോകും. ചെറിയ ജന്തുക്കളും വലിയ ജന്തുക്കളുടെ ശവശരീരങ്ങളും, ധാന്യങ്ങളും, മധുരപലഹാരങ്ങളും, കൊഴുപ്പുകളും, എണ്ണകളും, വീസജ്ജ്യങ്ങളും എല്ലാം ഉറുമ്പിനു് പ്രിയമാണ്.

മഴക്കാലത്തേയ്ക്കു ആവശ്യമുള്ള ആഹാരം പ്രത്യേക അറകളിൽ സംഭരിച്ചു വയ്ക്കാറുണ്ട്. ഇങ്ങനെ ശേഖരിക്കുന്നതിൽ അധികഭാഗവും വിത്തുകളും ധാന്യങ്ങളുമാണ്. ഈപ്പമുള്ള മണ്ണിനടിയിൽ ഉണ്ടാക്കിയിട്ടുള്ള അറകളിൽ സൂക്ഷിച്ചിരിക്കുന്ന ഈ ധാന്യങ്ങളും വിത്തുകളും മുളയ്ക്കാതെ സൂക്ഷിക്കുന്നതെങ്ങനെയെന്നുള്ളതു് ഒരത്ഭുതമാണ്. ഒരു പക്ഷെ വിത്തിലുള്ള ഭ്രൂണത്തെ നശിപ്പിച്ചിട്ടായിരിക്കും അതിനെ സൂക്ഷിക്കുന്നതു്. പുഷ്പവർഗ്ഗത്തിലുള്ള ചില സസ്യങ്ങളെ വളർത്തുന്ന ഉറുമ്പുകളും, മധുരമുള്ള ഒരുതരം പാനീയം നൽകുന്ന 'പശുക്കളെ' (ant-cows) വളർത്തുന്ന ഉറുമ്പുകളുമുണ്ട്.

## തേനീച്ച

ഉറുമ്പിൻെറയും തേനീച്ചയുടെയും ജീവിത രീതികഠം തമ്മിൽ വളരെ സാമ്യമുണ്ട്. തേനീച്ചക്കൂട്ടിലും ഉറുമ്പിൻെറ സംഘത്തിലെന്നപോലെ മൂന്നിനം ജന്തുക്കളുണ്ട്. റാണിയുംആണീച്ചയും ജോലിക്കാരിയും. തേനീച്ചക്കൂട്ടിൽ ഒരേ സമയത്ത്ഒന്നിൽ കൂടുതൽ റാണി ഉണ്ടായിരിക്കുകയില്ലെന്നൊരു വ്യത്യാസമുണ്ട്. എല്ലാത്തരം തേനീച്ചകഠംക്കും എല്ലായ്പോഴും ചിറകുണ്ടായിരിക്കുമെന്നതാണ് മറെറാരു വ്യത്യാസം.

ചിത്രം 38. തേനീച്ചക്കൂട്. (വൃക്ഷശിഖരത്തിൽ)

വൃക്ഷങ്ങളുടെ പൊത്തുകളിലും ചിലപ്പോഠം വൃക്ഷശാഖകളിൽ പററിച്ചേൎന്നും തേനീച്ചക്കൂടുകഠം കാണാറുണ്ട്.

ക്കൂടുകളിൽ വളർത്തുന്ന ഇനം തേനീച്ചകൾ വൃക്ഷശാഖ കളിൽ പററിയിരിക്കുന്നതു് സ്ഥിരമായ ഒരു വാസ സ്ഥലം കണ്ടുപിടിക്കുന്നതുവരെ മാത്രമാണു്. കൂടുതൽ സുരക്ഷിതമായ ഒരു സ്ഥാനം കണ്ടുപിടിച്ചാലുടൻ അവ അങ്ങോട്ടു മാറും. എന്നാൽ സ്ഥിരമായി ശാഖകളിൽതന്നെ തൂങ്ങിക്കിടക്കുന്ന തേനീച്ചകളെ വനങ്ങളിൽ കാണാറുണ്ടു്.

കൂട്ടിലായാലും, ശിഖരത്തിലായാലും മുട്ടകളിടുന്നതും കുഞ്ഞുങ്ങളെ വളർത്തുന്നതും, ആഹാരം ശേഖരിച്ചു വയ്ക്കുന്ന തുമെല്ലാം പ്രത്യേകതരം അറകളിലാണു്. ജോലി ക്കാരായ തേനീച്ചകളുടെ ഉദരഭാഗത്തിനടിയിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന ഒരുതരം മെഴുകുപയോഗിച്ചാണു് കൂടുകൾ നിർമ്മിക്കുന്നതു്. അതിലോലമായ ഭിത്തികളോട് കൂടി യതും ആറു വശങ്ങളുള്ളതുമായ അനേകം അറകൾ നിരത്തി ചേർത്തുവച്ചിട്ടുള്ള തട്ടുകൾ ഓരോ കൂട്ടിലുമുണ്ടായിരിക്കും. ആണീച്ചകൾക്കും റാണിക്കും വളരുവാനുള്ള അറകൾ സാധാരണ അറകളേക്കാൾ വലിപ്പം കൂടിയിരിക്കും. ഇത്തരത്തിലുള്ള പ്രത്യേക അറകൾ ആവശ്യത്തിനനുസ രിച്ചേ നിർമ്മിക്കാറുള്ളു.

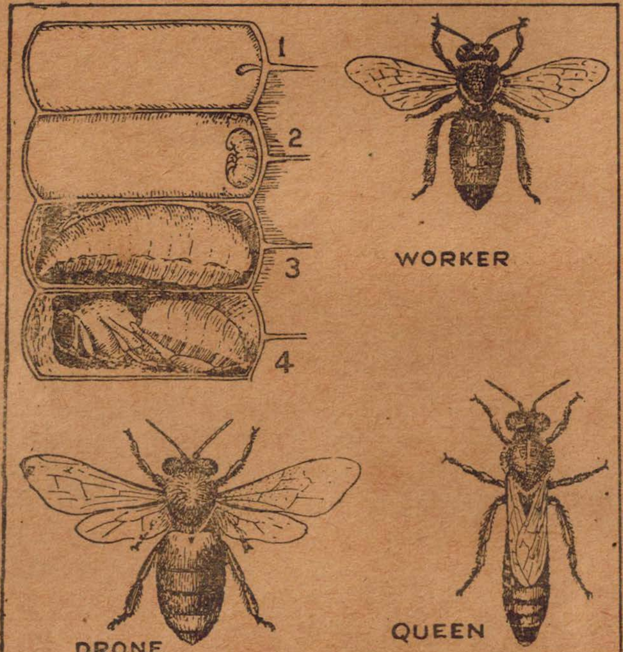
ആണീച്ചകൾ ജോലിയൊന്നും ചെയ്യുന്നവരല്ല. ജോലിക്കാർ ശേഖരിക്കുന്ന ആഹാരംകഴിച്ചു സുഖമായി ജീവിക്കുകയും റാണി പുറത്തേയ്ക്കു പോകുമ്പോൾ അകമ്പടി സേവിക്കുകയുമാണു് അവയുടെ ജോലി. അതിനാൽ അവയുടെ എണ്ണം അധികമാകാതെ ജോലിക്കാർ നോക്കി ക്കൊള്ളും.

റാണിഈച്ചയ്ക്കു മുട്ടയിടുകയെന്നൊരു ജോലി മാത്രമേ ഉള്ളു. ജോലിക്കാരുണ്ടാക്കുന്ന ഓരോ അറയിലുംചെന്നു് അവയിലോരോന്നിലും അതു് ഓരോ മുട്ട ഇടും. കുടും ബത്തിലെ നായിക എന്ന നിലയ്ക്കു് റാണിയെ മററംഗ ങ്ങൾ വളരെയധികം ബഹുമാനിക്കുന്നുണ്ടു്. റാണിയെ കാത്തുസൂക്ഷിക്കുന്നതിനും, അതിൻെറ ശരീരം വൃത്തി

യാക്കുന്നതിനും, ആഹാരം നൽകുന്നതിനും മററുമായി കുറെ അംഗരക്ഷകർ അതിനോടൊപ്പം എപ്പോഴുമുണ്ടായിരിക്കും. ഒന്നിൽക്കൂടുതൽ റാണിമാർ ഒരു കൂട്ടിലുണ്ടായാൽ അവ തമ്മിൽ യുദ്ധംചെയ്തു ജയിക്കുന്ന റാണി കൂട്ടിലെ അധിപതിയായി വാഴും. എതിരാളി യുദ്ധത്തിൽ ചത്തില്ലെങ്കിൽ ഒരുസംഘം വേലക്കാരുമായി അപ്പോൾത്തന്നെ കൂടുവിടും. പുതിയ ഒരു സ്ഥലം കണ്ടുപിടിച്ചു അവിടെ താമസമാകും. ഇക്കാരണത്താൽഒന്നിൽക്കൂടുതൽ റാണിമാർ ഒരേസമയത്തു് ഉണ്ടാവാതിരിക്കാൻ ജോലിക്കാർ ശ്രദ്ധിക്കാറുണ്ടു്. സംഘത്തിലെ അംഗങ്ങളുടെ എണ്ണം ക്രമാതീതമായി വദ്ധിക്കുകയും ആഹാരം സുലഭമായിരിക്കയും ചെയ്യുമ്പോഴാണു് പുതിയ റാണിമാരുണ്ടാവുന്നതു്. പുതിയ റാണിയെ ആവശ്യമുള്ളപ്പോൾ അതിലേയ്ക്കായി സാധാരണ അറകളെക്കാൾ വലിപ്പത്തിലുള്ള അറകൾ ഉണ്ടാക്കുകയും അതിനകത്തിടുന്ന മുട്ടയിൽനിന്നു വിരിഞ്ഞു വരുന്ന പുഴുവിനു പ്രത്യേകതരം ആഹാരംകൊടുത്തു വളത്തുകയും ചെയ്യും.

ജോലിക്കാരാണു് കൂട്ടിലെ ജോലികളെല്ലാം ചെയ്യുന്നതു്. കൂട്ടിലെ ഏതാനും അറകൾ കുഞ്ഞുങ്ങളെ വളത്താനും മററുള്ളവ ആഹാരം ശേഖരിച്ചുവയ്ക്കാനുമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ജോലിക്കാരുടെ ജീവിതത്തിൽ ഓരോ ഘട്ടത്തിലും ഓരോജോലിയാണുള്ളതു്. കുഞ്ഞുങ്ങളുടെ കൂടു വൃത്തിയാക്കുകയും അവയ്ക്കു ആഹാരം കൊണ്ടു കൊടുക്കുകയുമാണു് ആദ്യത്തെ ജോലി. അടുത്ത ഘട്ടത്തിൽ അവ, തേൻ ശേഖരിച്ചു കൊണ്ടുവരുന്ന ജോലിക്കാരുടെ വായിൽ നിന്നും തേൻ ശേഖരിക്കുകയും അതിനെ ആമാശയത്തിനകത്തുവച്ചു് സംസ്കരിച്ചശേഷം അറകളിൽ സൂക്ഷിച്ചു വയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ കാലഘട്ടം കഴിയുമ്പോൾ അതിൻെറ ഉദരഭാഗത്തിനടിയിൽ നിന്നും മെഴുകുണ്ടാകു വാ നാ രംഭിക്കും. ഈ മെഴുകിനെ വായ്ക്കകത്തുവച്ചു് ഉമിനീരുമായി കൂട്ടിയരച്ചു പാകപ്പെടുത്തിയാണു് കൂടു നിമ്മിക്കുവാനുപ

യോഗിക്കുന്നതു്. കുറെക്കഴിയുമ്പോൾ മെഴുകുണ്ടാകുന്നതു നിലയ്ക്കും. പിന്നീടു് അവ കൂട്ടിലേയ്ക്കുള്ള പ്രവേശനദ്വാരത്തിൽ കാവൽനില്ക്കുന്ന ജോലിയിലേർപ്പെടും. കാവൽ നില്ക്കുന്നവർ കൂട്ടിലേയ്ക്കു വരുന്ന ഓരോ ഈച്ചയേയും മണപ്പിച്ചുനോക്കി തിരിച്ചറിഞ്ഞശേഷമേ




ചിത്രം 39. 1—4. മുട്ട മുതൽ പൂർണ്ണവളർച്ചവരെയുള്ള ഘട്ടങ്ങൾ.

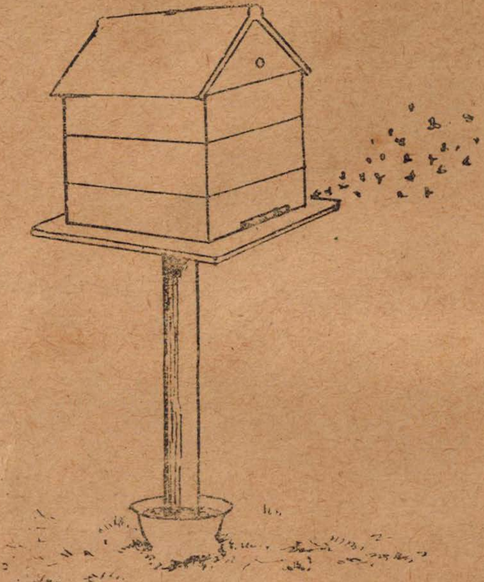
ഉള്ളിൽ കടത്തി വിടുകയുള്ളു. മററു സംഘങ്ങളിൽപ്പെട്ട ഈച്ചകളോ മററു ജന്തുക്കളോ വന്നാൽ അവയെ വിരട്ടിയോടിക്കും. പ്രവേശനദ്വാരത്തിൽ വരിയായി നിന്നു

കൊണ്ടു് ചിറകുകരം തുടരെ പ്രവത്തിപ്പിച്ച കൂട്ടിനകത്തേയ്ക്ക വായു പ്രവേശിപ്പിക്കുന്ന ജോലിയും ദ്വാരപാലകന്മാക്കുള്ളതാണ്. വലിയ ചൂടുള്ളപ്പോഴാണ് ഇങ്ങനെ ചെയ്യാറുള്ളതു്. ഇത്രയും ജോലികരം ചെയ്തുകഴിഞ്ഞശേഷമാണു് (5) കൂട്ടുകാരോടൊത്തു് പുറത്തുപോയി തേനും പൂമ്പൊടിയും ശേഖരിക്കുന്ന ജോലിയിൽ ഏർപ്പെടുന്നതു്. പിന്നീടു് അതിൻെറ ജീവിതം അവസാനിക്കുന്നതുവരെ ഈ ജോലി മാത്രമേയുള്ളു.

ഉറുമ്പുകളെപ്പോലെതന്നെ ആഹാരം അന്വേഷിച്ചു കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനായി തേനീച്ചകളും സ്കൗട്ടുകളെ അയയ്ക്കുന്നു. ഇവ ധാരാളംപൂക്കളുള്ള സ്ഥലം കണ്ടുപിടിച്ച ശേഷം മടങ്ങിവന്നു പൂക്കളുടെ സ്വഭാവം, തേനിൻെറ ഗുണം, അളവു്, കൂട്ടിൽനിന്നുള്ള ദൂരം പോകേണ്ട മാർഗ്ഗം ഇത്യാദി വിവരങ്ങരം സംഘത്തിനു് നൽകുന്നു. അതിനു ശേഷം ജോലിക്കാർ ആ ഭാഗത്തേയ്ക്കു പറന്നുചെല്ലുകയും തേനും പൂമ്പൊടിയും ശേഖരിക്കുകയും ചെയ്യും. വായ്ക്കകത്താണു് തേൻ ശേഖരിച്ചുകൊണ്ടുവരുന്നതു്. മൂന്നാമത്തെ ജോടി കാലുകരം ഓരോന്നിലും ഓരോ അറയുണ്ടു്. അവയിലാണു് പൂമ്പൊടി ശേഖരിച്ചു കൊണ്ടുവരുന്നതു്.

തേനീച്ച വളത്തൽ വളരെ ആദായകരമായ ഒരു വ്യവസായമാണു്. കൂടു് ഇടയ്ക്കിടക്കു് പരിശോധിക്കുകയും ഈച്ചകളെ സാധാരണയായി ഉപദ്രവിക്കാറുള്ള ഉറുമ്പു് എട്ടുകാലി എന്നിവയിൽനിന്നു് അവയെ സംരക്ഷിക്കുകയുംവേണം. ഉറുമ്പു കയറാതിരിക്കാൻ, കൂടിനെ താങ്ങി നിറുത്തുന്ന തൂണിനു ചുററും ചെറിയ ഒരു തൊടിയുണ്ടാക്കി അതിൽ വെള്ളം നിറുത്തിയാൽ മതിയാവും. കൂടെക്കൂടെ പുതിയ റാണിമാരുണ്ടായി ഒരുസംഘം ഈച്ചകളുമായി കൂട്ടിൽനിന്നു പിരിഞ്ഞു പോവുകയാണെങ്കിൽ കൂട്ടിൽനിന്നും കിട്ടാവുന്ന തേനിൻെറ അളവു കുറയും. അതിനാൽ കൂട്ടിലുള്ള റാണി വളരെ വയസ്സാവുമ്പോരം

മാത്രം പുതിയ റാണി ഉണ്ടാകുവാൻ അനുവദിച്ചാൽമതി. അതിനു മുമ്പുണ്ടാകുന്ന റാണിയീച്ചയുള്ള അറകളെ എടുത്തു നശിപ്പിച്ചു കളയാം.



ചിത്രം 40. തേനീച്ചക്കൂട്.

തേനെടുക്കുമ്പോൾ ഈച്ചകൾക്കോ അറകൾക്കോ കേട സംഭവിക്കാതിരിക്കുവാൻ ശ്രദ്ധിക്കണം. തേനുള്ള തട്ട് സാവധാനത്തിൽ പൊക്കിയെടുത്ത് അതിലുള്ള ഈച്ചകളെ പുക ഏല്പിച്ചു അതിൽനിന്നു മാററിയശേഷം തേനറകളെ അടച്ചിരിക്കുന്ന അടപ്പുകളെ മൂർച്ചയുള്ള ഒരു കത്തികൊണ്ട് മാററുക. പിന്നീട് തട്ടിനെ തേനെടുക്കുന്നതിനുള്ള പ്രത്യേക യന്ത്രത്തിൽ വച്ചു കറക്കിയാൽ

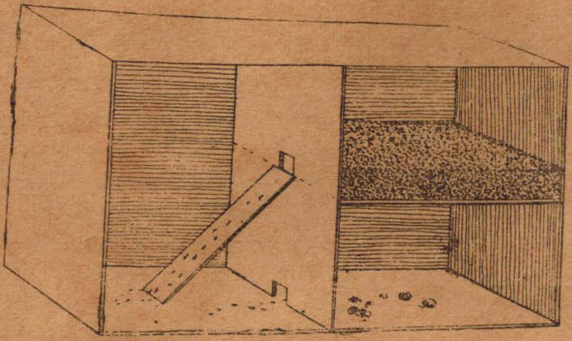
അറകാംകഌ കേടു കൂടാതെ തേൻ മാത്രം മാററിക്കിട്ടും. തേനെടുത്തശേഷം തട്ടിനെ കൂട്ടിനുള്ളിൽ പഴയ സ്ഥാനത്തു വയ്ക്കാം. (ഇങ്ങനെ തേനെടുക്കുന്നതിനുള്ള യന്ത്രവും അതിനുവേണ്ട സഹായങ്ങളും നിങ്ങാംക്കു ടുത്തുള്ള എൻ. ഈ. എസ്സ്. ബ്ലാക്കാഫീസിൽനിന്നു കിട്ടും). തേനെടുക്കുമ്പോാം കൂട്ടിലുള്ള തേനീച്ചകളുടെ എണ്ണവും കാലാവസ്ഥയും പരിഗണിക്കേണ്ടതുണ്ടു്. വലിയ മഴക്കാലത്തിനു മുൻപു കൂട്ടിലുള്ള തേനത്രയും അപഹരിച്ചാൽ മഴക്കാലത്തു തേനീച്ചകാം പട്ടിണികിടന്നു ചാകുന്നതിനിടയാവും.

കുറച്ചുകാലത്തെ പരിചയംകൊണ്ടു തേനീച്ചക്കൂടുകളുടെ പരിശോധിക്കുന്നതിനും, തേനെടുക്കുന്നതിനും മററും വേണ്ടതായ അറിവു നമുക്കു ലഭിക്കും. താരതമ്യേന വളരെ കുറച്ചു പ്രയത്നവും ചെലവും ആവശ്യമുള്ള തേനീച്ച വളർത്തൽ ഒരു ഉപതൊഴിലായി സ്വീകരിച്ചാൽ വളരെയധികം പോഷകഗുണമുള്ള തേൻ, സ്വന്തം ആവശ്യത്തിനു സുലഭമായിരിക്കുമെന്നതിനുപുറമെ, നല്ലൊരു ആദായമാർഗ്ഗമായിത്തീരുകയുംചെയ്യും. തേനും വാസനയുമുള്ള പുഷ്പങ്ങളും, പച്ചക്കറികളും ഉണ്ടാകുന്ന കുറെ സസ്യങ്ങാം വീട്ടിനുചുററും നട്ടുവളർത്തി അവയ്ക്കിടയിൽ അങ്ങിങ്ങായി ഏതാനും തേനീച്ചക്കൂടുകളും സ്ഥാപിക്കുക. വളരെ കുറച്ചു ചെലവും പ്രയത്നവുംമാത്രമേ ഇതിനാവശ്യമുള്ളു. അതിനുപകരം വളരെയധികം ആനന്ദവും. ആദായവും, ആരോഗ്യവും പ്രതിഫലമായി ലഭിക്കും.

## ഉറുമ്പിനെക്കുറിച്ചു് പഠിക്കുന്നതിനുള്ള ഒരു കൂടു്.

ഉറുമ്പിനെ വളർത്താനുള്ള ഒരു കൂടുണ്ടാക്കുകയെന്നതു് പരിഹാസ്യമായി തോന്നിയേക്കാമെങ്കിലും, അവയുടെ ജീവിതരീതി കണ്ടു മനസ്സിലാക്കുന്നതിനു് അതു വളരെ

സഹായിക്കും. ചിത്രം 41 നോക്കുക. വീഞ്ഞപ്പലക കൊണ്ടുള്ള ഒരു പെട്ടിയാണിതു്. പെട്ടിയുടെ നീളവും വീതിയുമെല്ലാം സൗകര്യംപോലെ ആകാം. ഇടയ്ക്കു് ഒരു



ചിത്രം 41

ഭിത്തി വച്ചു് രണ്ടായി ഭാഗിച്ചിരിക്കും. ഒരുഭാഗം വീണ്ടും രണ്ടായി ഭാഗിച്ചിരിക്കുന്നു. വലത്തെ അറയിൽനിന്നും ഇടത്തെ അറയിലേക്കും അതിൽനിന്നു ചരിവു പലകവഴി മുകളിലത്തെ തട്ടിലേയ്ക്കും കടക്കുവാൻ രണ്ടു ചെറു വാതിലുകളുണ്ടു്. വലതുവശത്തെ മേൽത്തട്ടിൽ അഞ്ചാറു സെൻറിമീററർ കനത്തിൽ മലക്കറി തോട്ടത്തിലെ മണ്ണു് ഇട്ടിട്ടുണ്ടു്. ഇതു് ഈപ്പമുള്ളതായിരിക്കാൻ അല്പം വെള്ളം തളിച്ചിരിക്കണം. അടിയിലത്തെതട്ടിൽ ഉറുമ്പിനിഷ്ടമുള്ള കുറെ ആഹാരസാധനങ്ങളാണു്. തുറന്നു കാണുന്ന വശം ഒരു ഗ്ലാസ്സുഷീററു കൊണ്ടു് അടയ്ക്കണം. അതിൽ വലതു മേൽത്തട്ടിൻെറ ഭാഗത്തുമാത്രം ഇരുട്ടായിരിക്കാൻ ആ ഭാഗത്തുള്ള ഗ്ലാസ്സു് ഒരു കാർഡു ബോർഡു കൊണ്ടു് മറയ്ക്കുക. കൂടക്കൂടെ ഈ കാർഡു ബോർഡു് മാററി ഉറുമ്പിൻെറ പ്രവൎത്തനങ്ങളെക്കുറിച്ചു മനസ്സിലാക്കാം. ഇടത്തെ അറയിൽ ഒരു മൂലയിൽ നിങ്ങറം ശേഖരിച്ചു

ഉറുമ്പിൻകൂട്ടത്തെ നിക്ഷേപിക്കുക. മുട്ടയും പുഴവും കൊക്കൂണമെല്ലാം അവിടെനിന്നും മുകളിലത്തെ തട്ടിലേയ്ക്കു മാററപ്പെടുന്നതും അവിടെ മാളങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നതും വലത്തെ അറയിൽനിന്നു് ആഹാരം ശേഖരിക്കുന്നതും എല്ലാം രസകരമായ കാഴ്ചകളായിരിക്കും. ചിലപ്പോഠം നിങ്ങഠം ഉണ്ടാക്കിക്കൊടുക്കുന്ന ഈ മാളിക ഉറുമ്പുകഠം ഇഷ്ടപ്പെട്ടില്ലെന്നു വരാം. അപ്പോഠം അവ പെട്ടിയിൽ വല്ല സുഷിരവുമുണ്ടെങ്കിൽ അതുവഴി കടന്നുകളയും. സുഷിരങ്ങഠം വായു കയറാൻ ആവശ്യമാണു്. ഉറുമ്പു പോകാതിരിക്കാൻ കൂട്ടിനെ ഒരു ചെറിയ മേശപ്പുറത്തോ സ്ററൂളിലോ വച്ചു് അതിൻെറ കാലുകഠം പരന്ന പാത്രങ്ങളിൽ വച്ചു വെള്ളമൊഴിക്കുക.

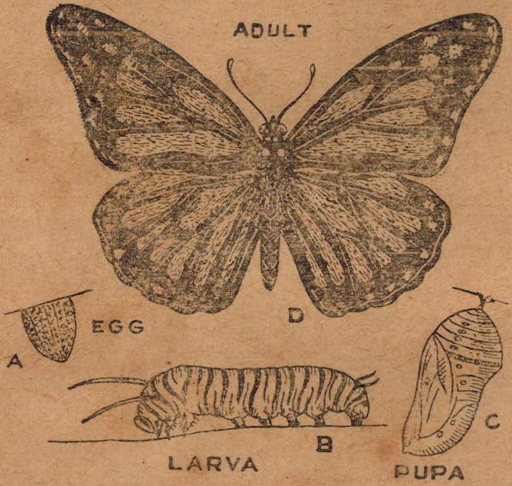
## പാഠം 5

### ചില ഷഡ്പദങ്ങളുടെ ജീവിതഘട്ടങ്ങൾ

പ്രഭാതത്തിൽ വിടർന്നുനിൽക്കുന്ന പുഷ്പങ്ങളിലെ തേൻ നുകരുവാൻ എത്തുന്ന പലതരം പ്രാണികളുടെ കൂട്ടത്തിൽ ഏററവും മനോഹര വർണ്ണങ്ങളുള്ള ചിറകുകളോടു കൂടിയ ചിത്രശലഭങ്ങളുമുണ്ടായിരിക്കും. ഇവയെ പൂമ്പാററകഠം എന്നും പറയാറുണ്ടു്. ഈ പൂമ്പാററകഠം സാധാരണയായി ഒരു ദിവസത്തിൽ കൂടുതൽ ജീവിച്ചിരിക്കാറില്ല. ഇതിനിടയിൽ അവ തളിരിലകളുടെ അടിവശത്തു മുട്ടകഠം നിക്ഷേപിക്കുന്നു. ഓരോ ഇനം പൂമ്പാററയും ഓരോ പ്രത്യേകയിനം സസ്യത്തിലേ അതിൻെറ മുട്ടയിടാറുള്ളു.

മുട്ടകളെ തളിരിലകളുടെ അടിയിൽ ചേർത്തുവയ്ക്കുന്നു. മുട്ടയിൽ നിന്നും പുറത്തുവരുന്ന പുഴക്കഠം, തളിരിലതിന്നു് അതിവേഗം വളരുന്നു. മുഴുവൻ സമയവും പച്ചില കരണ്ടുതിന്നുന്ന ഇത്തരം പുഴക്കളെ പുഷ്ടിയായി വളരുന്ന എല്ലാ ചെടികളിലും കാണുവാൻ കഴിയും. ഓരോ

പുഴവും പൂർണ്ണവളർച്ചയെത്തുന്നതിനുമുൻപ് വളരെയധികം ഇലകളെ തിന്നുനശിപ്പിക്കും. പൂർണ്ണവളർച്ചയെത്തുന്ന പുഴ ഭക്ഷണം മതിയാക്കിയശേഷം അടുത്ത ദശയി




ചിത്രം 42. ചിത്രശലഭത്തിൻെറ ജീവിതഘട്ടങ്ങൾ

ലേക്കു കടക്കും. ശരീരത്തിനു ചുററും ഒരാവരണമുണ്ടാക്കി (കൊക്കൂൺ)അതിനുള്ളിലായിരിക്കും ഈ കാലഘട്ടം കഴിച്ചുകൂട്ടുന്നതു്. ഈ ഘട്ടത്തെ പ്യൂപ്പ (Pupa) എന്നു പറയും. ഏതാനും ദിവസങ്ങൾ കഴിയുമ്പോൾ കൊക്കൂണിനകത്തുനിന്നു് പൂർണ്ണവളർച്ചയായ ശലഭം പുറത്തുവരും. [ഏതെങ്കിലും സസ്യത്തിൽ കാണുന്ന രണ്ടോ മൂന്നോ പുഴക്കളെ ഇലയോടുകൂടി എടുത്തു് ഒരു ഗ്ലാസ്സ് പാത്രത്തിനകത്തിടുക. പാത്രത്തിൻെറ അടപ്പിൽ രണ്ടു മൂന്നു ചെറു സുഷിരങ്ങൾ ഇട്ടിട്ടു അതുകൊണ്ടു പാത്രം അടച്ചുവയ്ക്കുക. ഉള്ളിലുള്ള ഇലകൾ തിന്നു തീരുന്നതിനനുസരിച്ചു് അതേ

യിനം ഇലകഠം ഇട്ടുകൊടുക്കണം. പുഴക്കഠം വളരുന്നതും, കൂട്ടകെട്ടി സമാധിയാവുന്നതും ചിത്രശലഭം പുറത്തു വരുന്നതും എല്ലാം ഇങ്ങനെ കാണാൻ സാധിക്കും. പലയിനം ചെടികളിൽ കാണുന്ന പുഴക്കളെ ഇപ്രകാരം വളർത്തി നോക്കുക. ഓരോ ഇനം പുഴവിൽ നിന്നും ഓരോയിനം ചിത്രശലഭങ്ങളാണുണ്ടാകുന്നതെന്നു കാണാം.]

ഇങ്ങനെ മുട്ട, പുഴ പ്യൂപ്പ, പൂർണ്ണവർച്ചയായ ജീവി എന്നിങ്ങനെ നാലു ജീവിതഘട്ടങ്ങഠം ഉറുമ്പിനും തേനീച്ചയ്ക്കും ഉള്ളതായി കണ്ടുവല്ലോ.

മുൻ വിവരിച്ച പ്രാണികളെപ്പോലെ നാലു ഘട്ടങ്ങളോടുകൂടിയ ഒരു ജീവിതമാണു് കൊതുകിനുമുള്ളതു്. കൊതുകു് മുട്ടയിടുന്നതു് മലിനജലാശയങ്ങളിലാണു്. മുട്ട വിരിഞ്ഞുവരുന്ന പുഴക്കഠം വെള്ളത്തിലുള്ള മാലിന്യങ്ങളെ തിന്നു വളരുന്നു. വെള്ളത്തിൽ കൂടി ഒരു പ്രത്യേക രീതിയിൽ മുകളിലോട്ടും താഴോട്ടും സഞ്ചരിക്കുന്ന ഈ പുഴക്കളെ 'കൂത്താടികഠം' എന്നു പറയുന്നു. ഇവ ജലത്തിലാണു് ജീവിക്കുന്നതെങ്കിലും അന്തരീക്ഷ വായുവാണു് ശ്വസിക്കുന്നതു്. ശരീരത്തിൻെറ പിൻഭാഗത്തിനടുത്തുള്ള ഒരു കുഴൽ ജലോപരിതലത്തിൽ കൊണ്ടുവന്നു് വായു വലിച്ചെടുത്തശേഷം താഴോട്ടു പോകുകയും അല്പം കഴിഞ്ഞു് വീണ്ടും മുകളിലേക്കു വരികയും ശ്വസിക്കുകയും ചെയ്യും.

വീട്ടിനു സമീപത്തെങ്ങാനും ചിരട്ടയോ, തകരമോ മൺപാത്രക്കഷണങ്ങളോ മലർന്നുകിടപ്പുണ്ടെങ്കിൽ അവയിൽ മഴവെള്ളം കെട്ടിനില്ക്കാനിടയാവും. ഏതാനും ദിവസം കഴിഞ്ഞാൽ അതിൽ കുറെ കൂത്താടികഠം തീർച്ചയായും ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ ജലത്തെ ഒരു ഗ്ലാസുപാത്രത്തിലേക്കു മാററി കൂത്താടികളുടെ ജീവിതരീതിയും അടുത്ത ഘട്ടങ്ങളും നോക്കി മനസ്സിലാക്കുക.

ഏതാനും ദിവസങ്ങൾക്കുള്ളിൽ ഈ പുഴുക്കൾ പ്യൂപ്പ ഘട്ടത്തിലേക്കു കടക്കും. ഈ ഘട്ടത്തിലെത്തിയാലും ഇതു ശ്വസിക്കുവാൻ വേണ്ടി മുകളിലേക്കു പോകുന്നതു

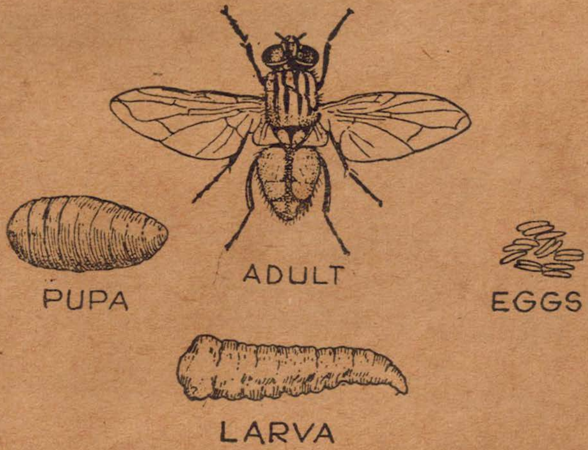
ചിത്രം 43. കൊതുകിന്റെ ജീവിതഘട്ടങ്ങൾ.

കാണാം. [മുമ്പു വിവരിച്ച പ്രാണികളിൽ പ്യൂപ്പ ഘട്ടത്തിലുള്ള ജീവി ചലിക്കുന്നില്ല.] കൊതുകിന്റെ പ്യൂപ്പ ശ്വസിക്കുന്നതു് അതിന്റെ തലയുടെ ഭാഗത്തുള്ള രണ്ടു കുഴലുകൾ വഴിയാണു്. ഈ ഘട്ടത്തിന്റെ അവസാനത്തിൽ അതു് ജലനിരപ്പിനടുത്തുവന്നു നിലയുറപ്പിക്കുകയും കൂടു പൊട്ടി അതിനുള്ളിൽനിന്നു കൊതുകു് പുറത്തിറങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു.

പൂർണ്ണവളർച്ചയായ ആൺകൊതുകുകൾ പ്രായേണ നിരുപദ്രവികളാണു്. അവ സസ്യങ്ങളുടെ ഇളം തണ്ടിലും ഫലങ്ങളിലും നിന്നു രസം ഊററിക്കുടിച്ചാണു്

ജീവിക്കുന്നതു്. എന്നാൽ പെൺ കൊതുകുകളുടെ ആഹാരം രക്തമാണു്. മാംസപേശിയിൽ കുത്തിയിറക്കി രക്തം വലിച്ചെടുക്കുന്നതിനു യോജിച്ച മൂർച്ചയുള്ള അഗ്രത്തോടുകൂടിയ കുഴലുകൾ പെൺകൊതുകുകൾക്കുണ്ടു്. രക്തം ഊററിക്കുടിക്കുന്നതിനു പുറമേ, ചിലയിനം രോഗാണുക്കളെ രോഗികളിൽ നിന്നു രോഗമില്ലാത്തവരിലേക്കു് സംക്രമിപ്പിക്കുകയുംകൂടി ചെയ്യുന്നതിനാൽ കൊതുകുകളെ നമ്മുടെ ഒരു പ്രധാന ശത്രുവായി കരുതുന്നു.

കൊതുകിനെക്കാളും ശല്യകാരിയായ ഒരു പ്രാണിയാണു് വീടുകളിലും മററും സാധാരണ കാണപ്പെടുന്ന




ചിത്രം 44. ഈച്ചയുടെ ജീവിതഘട്ടങ്ങൾ.

ഈച്ച. മലം, കഫം, ചീഞ്ഞഴുകുന്ന പദാർത്ഥങ്ങൾ എന്നിവയും പാലു്, പഞ്ചസാര, പലഹാരങ്ങൾ മററു

ആഹാര പാനീയങ്ങൾ എന്നിവയുമെല്ലാം ഈച്ചകൾക്ക പ്രിയപ്പെട്ട ആഹാരസാധനങ്ങളാണു്.

ഈച്ചയ്ക്കു് ഇഷ്ടമായ ആഹാരസാധനങ്ങളിലേതിലെങ്കിലും അതിൻെറ മുട്ടകളെ നിക്ഷേപിക്കും. ഈ മുട്ടകൾ ഏതാനും മണിക്കൂറുകൾക്കള്ളിൽ വിരിഞ്ഞു അവയിൽ നിന്നും ചെറു പുഴക്കൾ പുറത്തുവരികയും ചുററുമുള്ള ആഹാരം തിന്നു വളരുകയും ചെയ്യും. ഒരാഴ്ചയ്ക്കകത്തു ഈ പുഴക്കൾ പ്യൂപ്പയായി മാറും. വീണ്ടും ഒരാഴ്ചയ്ക്കള്ളിൽ പൂർണ്ണവളർച്ചയായ ജീവി പ്യൂപ്പയിൽ നിന്നു് പുറത്തു വരും. പുറത്തുവന്നു പത്തുദിവസത്തിനുള്ളിൽ അതു് മുട്ടയിടുവാൻ തുടങ്ങും. ഓരോ തവണയും അനേകം മുട്ടകളിടും. അതിനാൽ അവയുടെ എണ്ണം വളരെ വേഗത്തിൽ വർദ്ധിക്കുന്നതിൽ അതിശയിക്കുവാനില്ല. അനുകൂല സാഹചര്യത്തിൽ വളരെ വേഗം വർദ്ധിക്കുവാൻ കഴിവുള്ള ഈ പ്രാണിയെ നിയന്ത്രിക്കേണ്ടതു് പൊതുജനാരോഗ്യത്തിനത്യാവശ്യമാണു്.

———

# അദ്ധ്യായം 2

# സസ്യലോകം

ജന്തുലോകത്തെന്നപോലെ സസ്യലോകത്തും ആകൃതിയിലും പ്രകൃതിയിലും വൈവിദ്ധ്യം ദൃശ്യമാണ്. സസ്യങ്ങളുടെ കൂട്ടത്തിലും അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായിട്ടുള്ളവയും ഭീമാകൃതി ഉള്ളവയുമുണ്ട്. ഏകദേശം 3,40,000 ഭിന്ന വർഗ്ഗത്തിലുള്ള സസ്യങ്ങളെ കണ്ടുപിടിച്ച് പേരുകൾ നല്കിക്കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. സസ്യങ്ങൾക്കെല്ലാം സൂര്യപ്രകാശത്തിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ കേവലവസ്തുക്കളിൽനിന്ന് സങ്കീർണ്ണങ്ങളായ ആഹാരപദാർത്ഥങ്ങൾ നിർമ്മിക്കുവാനുള്ള കഴിവുണ്ട്. ഇങ്ങനെ സസ്യങ്ങൾ തയ്യാറാക്കുന്ന ആഹാരമാണ് ലോകത്ത് ജീവന്റെ നിലനില്പിനാധാരം. ജന്തുക്കൾക്കു സ്വയം ആഹാരം ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാനുള്ള കഴിവില്ലാത്തതുകൊണ്ട് അവയെല്ലാം സസ്യങ്ങളെ ആശ്രയിച്ചാണ് ജീവിക്കുന്നതു്. അതിനാൽ സസ്യങ്ങൾക്ക് ജന്തുക്കളുടെ ആക്രമണത്തിൽനിന്നു രക്ഷപ്പെടുന്നതിനു പുറമേ മററു സസ്യങ്ങളോടും കാലാവസ്ഥയിലുള്ള മാററങ്ങളോടും മല്ലിട്ടു ജീവിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. അനുകൂല പരിതഃസ്ഥിതികൾ നിലവിലുള്ളപ്പോൾ ഏതാനും മാസങ്ങൾക്കുള്ളിൽ മുളച്ചുവളൎന്ന്, പൂത്തു കാച്ച്, വിത്തുവിതരണവും നടത്തി ജീവിതം അവസാനിപ്പിക്കുന്ന സസ്യങ്ങൾ നിരവധിയുണ്ട്. വൻ വൃക്ഷങ്ങളുടെ തണലിൽ അവയുടെ ഇലകളും മററും വീണ് ചീഞ്ഞു വളമായി കിടക്കുന്ന മേൽമണ്ണിൽനിന്നു ആഹാരമെടുത്തു ജീവിക്കുന്നസസ്യങ്ങളിലധികവും ദുർബല കാണ്ഡങ്ങളുള്ളവയാണ്. സൂര്യപ്രകാശം ലഭിക്കുന്നതിനുവേണ്ടി അടുത്തുള്ള വൃക്ഷങ്ങളിൽ പിടിച്ചു കയറി മുകളിൽ എത്തുകയോ നിലത്തുകൂടി പടൎന്നുവളൎന്നു

വെളിച്ചമുള്ള പ്രദേശങ്ങളിലെത്തുകയോ ആണ് ഇവ ചെയ്യുന്നതു്.

മററു വൃക്ഷങ്ങളിൽ പററിപ്പിടിച്ചു കയറുന്നതിനു് ദുർബലസസ്യങ്ങൾ സ്വീകരിച്ചിട്ടുള്ള മാർഗ്ഗങ്ങൾ പലതാണു്. ചെറുവേരുകൾ ഉപയോഗിച്ചു പിടിച്ചുകയറുകയാണു് ഒരു മാർഗ്ഗം. ഇത്തരം സസ്യങ്ങളെ മൂലാരോഹികൾ അല്ലെങ്കിൽ റൂട്ട ക്ലൈമ്പേർസു് (Root climbers)

ചിത്രം 45. കുരുകുമുളകുകൊടി.

എന്നു പറയും. വെററിലക്കൊടി കുരുമുളകുകൊടി എന്നിവ മൂലാരോഹികളാണു്. ഇവയുടെ തണ്ടിലുള്ള

ചെറുവേരുകൾ ഉപയോഗിച്ചാണ് മററു വൃക്ഷങ്ങളിൽ കയറുന്നതു്.

കാച്ചിൽ, അമര, ശംഖുപുഷ്പം തുടങ്ങിയ ചില ദുർബല കാണ്ഡസസ്യങ്ങൾ മററു സസ്യങ്ങളുടെ കാണ്ഡത്തിൽ ചുററിക്കയറുന്നവയാണ്.

മത്തൻ, പടവലം, പാവൽ, വെള്ളരി മുതലായ പല സസ്യങ്ങളും അവയുടെ കാണ്ഡങ്ങളിൽ നിന്നു പുറപ്പെടുന്ന സ്പ്രിംഗുപോലുള്ള ഒരുതരം അവയവങ്ങളുടെ സഹായത്താലാണ് മററു സസ്യങ്ങളിൽ കയറുന്നതു്. ഇത്തരം അവയവങ്ങളെ ട്രെൻഡ്രിൽസ് (Tendrils) എന്നു പറയും.

മേല്പറഞ്ഞ രീതിയിലൊന്നും കയറുവാൻ നിവൃത്തിയില്ലാത്ത ചിലയിനം ദുർബ്ബലസസ്യങ്ങൾ (ഉദാ:കുടങ്ങൽ) നിലത്തുപടന്നു വളരുകയാണ് ചെയ്യുന്നതു്. താരതമ്യേന വേഗത്തിൽ വളരുവാൻ കഴിവുള്ള ഇത്തരം സസ്യങ്ങൾ മററു വൃക്ഷങ്ങളുടെ തണലിൽ നിന്നും സൂര്യപ്രകാശം നേരിട്ടു ലഭിക്കുന്നിടത്തേക്കു് എളുപ്പത്തിൽ എത്തിച്ചേരുന്നു.

## 2. സസ്യങ്ങളുടെ ജീവിതകാലം

നമ്മുടെ ചുററുമുള്ള സസ്യങ്ങളിൽ ചിലതു് വളരെക്കൊല്ലം ജീവിച്ചിരിക്കുന്നവയും, ചിലതു് ഏതാനും കൊല്ലം ജീവിക്കുന്നവയും വേറെ ചിലതു ഏതാനും മാസങ്ങൾ മാത്രം ജീവിച്ചിരിക്കുന്നവയുമാണെന്നു കാണാം.

പ്ലാവ്, മാവ്, തെങ്ങ്, കമുക്, പുളി, തേക്കു്, മഹാഗണി, ചന്ദനം തുടങ്ങിയ വൃക്ഷങ്ങളെല്ലാം അനേക കൊല്ലം ജീവിച്ചിരിക്കുന്നവയാണ്. ഇവ, പ്രായപൂർത്തിയെത്തിയശേഷം ആണ്ടുതോറും പൂക്കുകയും കായ്ക്കുകയും

ചെയ്യുന്നു. കാണ്ഡം തുടൎന്നു വളൎന്നുകൊണ്ടിരിക്കുകയും ചെയ്യും.

മുള (Bamboo) കുടപ്പന (Corypha) എന്നിവയും വളരെക്കാലം വളൎന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നവയാണെങ്കിലും അവയുടെ ജീവിതകാലത്തിൽ ഒരു പ്രാവശ്യമെ പൂക്കുകയും കായ്ക്കുകയും ചെയ്യുകയുള്ളു. ഫലങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിച്ചു അവ പാകമാകുന്നതോടുകൂടി സസ്യത്തിന്റെ ജീവിതം അവസാനിക്കുന്നു.

കാപ്പി, തേയില, അരളി, തെററി, റോസ്, ചെമ്പരത്തി തുടങ്ങിയ സസ്യങ്ങൾ ഏതാനും കൊല്ലങ്ങൾ ജീവിച്ചിരിക്കുന്നവയാണ്. ഇത്തരം ചെടികൾ വൻവൃക്ഷങ്ങളെപ്പോലെ അനേകകൊല്ലം ജീവിച്ചിരിക്കുന്നില്ലെങ്കിലും, അവയുടെ ജീവിതകാലത്തു അനേകം പ്രാവശ്യം പൂക്കുകയും കായ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നവയാണ്.

മുൻപറഞ്ഞ ഉദാഹരണങ്ങളെക്കാളും വളരെക്കൂടുതലായി എല്ലായിടത്തും കാണുന്ന അനേകം ചെറുസസ്യങ്ങളുണ്ട്. ഇവയിലധികവും ഏതാനും മാസങ്ങൾമാത്രം ജീവിച്ചിരിക്കുന്നവയാണ്. സാധാരണയായി ഒരു വൎഷകാലാരംഭത്തിൽ കിളിൎത്തുവളൎന്നു തുടങ്ങുന്ന ഈ സസ്യങ്ങൾ അടുത്ത വേനൽക്കാലത്തിനു മുൻപു പൂൎണ്ണ വളർച്ചയെത്തുകയും പൂത്ത്, കാച്ച്, വിത്തു വിതരണം നടത്തുകയും ചെയ്യും. വെണ്ട, ചീര, കാശിത്തുമ്പ, സൂര്യകാന്തി, മുതലായവയെല്ലാം ഈ വൎഗ്ഗത്തിൽപ്പെടുന്നു.

മുള്ളങ്കി (Raddish) ക്യാരട്ട് (Carrot) തുടങ്ങി മണ്ണിനടിയിൽ ആഹാരം ശേഖരിച്ചു വയ്ക്കുന്ന സസ്യങ്ങൾ സാധാരണയായി രണ്ടു കൊല്ലം ജീവിച്ചിരിക്കുന്നവയാണ്. ആദ്യത്തെ കൊല്ലത്തിൽ വളൎന്നു ആഹാരം സമ്പാദിച്ചു വയ്ക്കുകയും വേനൽക്കാലത്ത് മണ്ണിനു മുകളിലുള്ള ഭാഗങ്ങൾ ഉണങ്ങിക്കരിഞ്ഞു പോകുകയും ചെയ്യുന്നു. അടുത്ത വൎഷകാലാരംഭത്തിൽ

വീണ്ടും കിളിൎത്തു പുഷ്പിക്കുകയും അതോടുകൂടി അതിൻെറ ജീവിതം അവസാനിക്കുകയും ചെയ്യും. മണ്ണിന്നടിയിലുള്ള കാണ്ഡത്തിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന മുകുളങ്ങൾ വളൎന്നാണു് പുതുസസ്യങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നതു്.

ഇങ്ങനെ കാലാദേശാവസ്ഥകൾക്കനുസൃതമായും ആഹാരം ജലം എന്നിവ ലഭിക്കുന്നതിനനുസരിച്ചും ജീവിക്കുവാനുതകുന്ന പല മാൎഗ്ഗങ്ങൾ സസ്യങ്ങൾ സ്വീകരിച്ചിട്ടുള്ളതായി കാണാവുന്നതാണു്. നിങ്ങളുടെ പരിസരങ്ങളിൽ കാണുന്ന എല്ലാ വൃക്ഷലതാദികളുടെയും സ്വഭാവങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കി അവ ഓരോന്നിനെ കുറിച്ചും ഓരോ ലഘുവിവരണം തയാറാക്കുക. വൻ വൃക്ഷങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചു് അവ തളിൎക്കുകയും പൂക്കുകയും ചെയ്യുന്നകാലം, ഉണ്ടാകുന്ന ഫലത്തിൻെറ സ്വഭാവം, വിത്തു വിതരണം ചെയ്യുന്ന രീതി, ഇല, തണ്ടു്, പൂവു്, കായു് ഇവകൊണ്ടുള്ള പ്രയോജനങ്ങൾ എന്നിവ നിങ്ങളുടെ വിവരണത്തിൽ ചേൎക്കുക. ചെറു സസ്യങ്ങളെക്കുറിച്ചാണെങ്കിൽ അവ കിളിൎക്കുന്ന കാലം അവയുടെ തണ്ടിൻെറ സ്വഭാവം, സൂൎയ്യപ്രകാശം ലഭിക്കുന്നതിനു സ്വീകരിച്ചിട്ടുള്ള മാൎഗ്ഗങ്ങൾ, പൂക്കുകയും കാൎക്കുകയും ചെയ്യുന്ന സമയം, ഫലങ്ങളുടെയും വിത്തുകളുടെയും സ്വഭാവം, വിത്തുവിതരണരീതി, മുതലായവയും സസ്യത്തിൻെറ ആകെയുള്ള ജീവിതദൈൎഘ്യവും കാണിച്ചിരിക്കണം.

വളരെയധികം ഇനം സസ്യങ്ങൾ സമൃദ്ധിയായി വളരുന്ന നാടാണു നമ്മുടേതു്. അവയെക്കുറിച്ചു് മനസ്സിലാക്കുവാൻ പുസ്തകങ്ങളിൽ കാണുന്ന വിവരണംകൊണ്ടു മാത്രം തൃപ്തിപ്പെടരുതു്. നേരിട്ടുകണ്ടു മനസ്സിലാക്കിയാൽ വളരെയേറെക്കാൎയ്യങ്ങൾ അവയെക്കുറിച്ചു നിങ്ങൾക്കു ഗ്രഹിക്കുവാൻ സാധിക്കും. മൂന്നുലക്ഷത്തിനാല്പതിനായിരത്തിലധികം സസ്യങ്ങളെക്കുറിച്ചു പഠിച്ചിട്ടുണ്ടെന്നു പറഞ്ഞുവെങ്കിലും ഇനിയും വളരെയെണ്ണത്തെക്കുറിച്ചു

പഠിക്കുവാനുണ്ട്. അത്ര വിശാലമാണ് സസ്യലോകം. ജന്തുക്കളെ സംബന്ധിച്ചാണെങ്കിൽ എട്ടുലക്ഷത്തി അൻപതിനായിരം ഇനങ്ങളെ തിരിച്ചറിഞ്ഞു പേർ നൽകിയിട്ടുണ്ട്. അവയുടെ കൂട്ടത്തിലും തിരിച്ചറിയപ്പെട്ടിട്ടില്ലാത്ത അനേക ഇനങ്ങൾ ഇനിയും ഉണ്ടാവും. അനേകം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ വളരെ നാളത്തെ തുടർച്ചയായ പരിശ്രമംകൊണ്ടാണ് ഇത്രയും ജന്തുക്കളെയും സസ്യങ്ങളെയും കുറിച്ചു പഠിക്കുവാൻ സാധിച്ചിട്ടുള്ളത്. നിങ്ങളുടെ ചുററുമുള്ള പക്ഷിമൃഗാദികളെയും വൃക്ഷലതാദികളെയും കുറിച്ചു മനസ്സിലാക്കുവാൻ നിങ്ങൾ പ്രകടിപ്പിക്കുന്ന ഉത്സാഹം നിങ്ങളെയും പ്രസിദ്ധ ശാസ്ത്രകാരന്മാരുടെ കൂട്ടത്തിൽ ഉൾപ്പെടുത്തുവാനുള്ള വഴിതെളിക്കും.

———

# അദ്ധ്യായം 3

# മനുഷ്യ ശരീരം

## പാഠം 1

### ആഹാരം

ആഹാരം, വസ്ത്രം, പാർപ്പിടം എന്നിവയാണു് മനുഷ്യന്റെ പ്രധാന ഭൗതികാവശ്യങ്ങൾ. ഉഷ്ണമേഖലാ പ്രദേശത്തുള്ളവക്കു് താരതമ്യേന ലഘുവായ വസ്ത്രങ്ങളും, പാർപ്പിടങ്ങളും മതിയാവും. എന്നാൽ ശൈത്യമേഖലയിലുള്ളവക്കു് വസ്ത്രവും, പാർപ്പിടവും അതിശൈത്യത്തിൽനിന്നും അവരെ രക്ഷിക്കുന്നതിനുതകുന്നവയായിരിക്കണം. താമസിക്കുന്നതു് എവിടെയായാലും ആഹാരം എല്ലാവക്കും അത്യാവശ്യമാണു്. അതിനാൽ എല്ലായിടത്തുമുള്ള മനുഷ്യരുടെ പ്രധാന ശ്രദ്ധ ആഹാര സമ്പാദനത്തിലാണു്.

പ്രവത്തിക്കുവാനുള്ള ശക്തിയും, ശരീരോഷ്മാവു് നിലനിത്തുവാനുള്ള ചൂടും, തേയ്മാനം പരിഹരിക്കുവാനും, രോഗനിരോധനത്തിനും, വളർച്ചക്കും മററുമാവശ്യമുള്ള അസംസ്കൃത വസ്തുക്കളും ലഭിക്കുന്നതു് ആഹാരത്തിൽ നിന്നാണു്.

നമ്മുടെ ആഹാര പദാർത്ഥങ്ങളെ ജന്തുജങ്ങളെന്നും സസ്യജങ്ങളെന്നും രണ്ടായി തിരിക്കാം. പാലു്, തൈരു്, വെണ്ണ, മുട്ട, മാംസം, മത്സ്യം എന്നിവ ജന്തുജങ്ങളും, ധാന്യങ്ങൾ, കിഴങ്ങുകൾ, പയറു വർഗ്ഗങ്ങൾ, ഇലകൾ, പഴങ്ങൾ, പച്ചക്കറികൾ, തുടങ്ങിയവ സസ്യജങ്ങളുമാണു്. ലോകത്തുള്ള എല്ലാ മനുഷ്യരുടെയും പ്രിയപ്പെട്ട ആഹാരസാധനങ്ങളുടെ ഒരു പട്ടിക തയ്യാറാക്കിയാൽ

ജീവജാലങ്ങളിൽ നല്ലൊരു ഭാഗം അതിലുംപ്പെട്ടും. എന്നാലും അവയിൽനിന്നെല്ലാം ലഭിക്കുന്ന പോഷക വസ്തുക്കാം ആകെ ആറെണ്ണമാണ്. കാർബോ ഹൈഡ്രേററ്സ്, പ്രോട്ടീൻസ്, ഫാററ്സ്, സാൽട്ട്സ്, വൈററമിൻസ്, ജലം എന്നിവയാണ് പോഷക വസ്തുക്കാം. (Carbohydrates, proteins, fats, salts, vitamins and water). ഇവ എല്ലാ ആഹാരവസ്തുക്കളിലും ഒരേ അളവിലല്ല കാണപ്പെടുന്നതു്. അതിനാൽ പലതരം ആഹാര സാധനങ്ങാം കൂട്ടിച്ചേർത്തു ഭക്ഷിച്ചാൽ മാത്രമേ എല്ലാ പോഷകാംശങ്ങളും ആവശ്യാനുസരണം ലഭിക്കുകയുള്ളു.

ആരോഗ്യത്തിനു് ഏററവും അത്യാവശ്യമായിട്ടുള്ളതു്, പോഷകാംശങ്ങളെല്ലാം . ആവശ്യാനുസരണം അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ആഹാരമാണ്. പോഷകമൂല്യങ്ങാം ആവശ്യാനുസരണം ഇല്ലാത്ത ആഹാരം കഴിച്ചാലും ജീവൻ നിലനിത്താമെങ്കിലും, പൂർണ്ണ ആരോഗ്യം ഉണ്ടായിരിക്കുകയില്ല.

നാം കഴിക്കുന്ന ആഹാരത്തിൻെറ സിംഹഭാഗവും പ്രവത്തനശക്തി (ഊജ്ജം) ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനായി വിനിയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ധാന്യങ്ങാം, കിഴങ്ങുകാം എന്നിവയിൽ സുലഭമായിട്ടുള്ള സ്റ്റാർച്ചും (Starch) പഴങ്ങളിലും മററും കാണുന്ന പഞ്ചസാരയുമാണ് പ്രധാന കാർബോഹൈഡ്രേററുകാം. ഇവയും വെണ്ണ, നെയ്യ്, സസ്യയെണ്ണകാം, എന്നിവയിൽനിന്നു ലഭിക്കുന്ന ഫാററ്സും ആണ് പ്രധാന ഊജ്ജദായക വസ്തുക്കാം.

പ്രോട്ടീൻസും, സാൽട്ട്സും വളർച്ചക്കും കേടുപാടുകാം തീക്കുന്നതിനും, മററും ആവശ്യമായ അസംസ്കൃത വസ്തുക്കളാണ്. ശരീരനിമ്മാണ പ്രവത്തനത്തിനാവശ്യമായ അളവിൽ കൂടുതലുള്ള പ്രോട്ടീൻസ്, ഊജ്ജം ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഉഴുന്നു്,

പയറ്, കടല, തുവര, അമര, തുടങ്ങിയ പയറുകരം മത്സ്യം, മാംസം, മുട്ട, പാൽ എന്നിവയിൽ നിന്നാണ് പ്രോട്ടീൻസ് ലഭിക്കുന്നതു്.

ശരീരത്തിൻെറ ആകെയുള്ള ഭാരത്തിൽ 75 ശതമാനത്തോളം ജലമാണ്. ശരീരോഷ്മാവു് നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനും, വിസർജ്ജന പദാർത്ഥങ്ങളെ മാററുന്നതിനും, രക്തം, ദഹനരസങ്ങരം എന്നിവയുടെ ശരിയായ ഘടനയ്ക്കും മററും ജലം അത്യാവശ്യമാണ്. നാം ഭക്ഷിക്കുന്ന മിക്കവൊറും എല്ലാ ആഹാരസാധനങ്ങളുടെയും നല്ലൊരു ഭാഗം ജലമാണ്. അതിനുപുറമെ ആവശ്യാനുസരണം ജലം കുടിക്കുകയും വേണം.

മററെല്ലാ പോഷകവസ്തുക്കളെയുംആവശ്യാനുസരണം സ്വീകരിക്കുന്നതിനും, ശരീരത്തിലെ എല്ലാ പ്രവൎത്തനങ്ങളും ശരിയായി നടത്തുന്നതിനും വൈററമിൻസും, മിനറൽസാരംട്ട്സും അത്യാവശ്യമാണ്. ശരീരാരോഗ്യം നിലനിൎത്തുന്നതിൽ ഒരു പ്രധാന പങ്കു വഹിക്കുന്നതിനാൽ ഇവയെ സംരക്ഷകാഹാരങ്ങരം (Protective foods) എന്നു പറയുന്നു. ഈ രണ്ടിനം വസ്തുക്കളും വളരെ ചെറിയ അളവിൽ മാത്രമേ ആവശ്യമുള്ളുവെങ്കിലും അവ ആഹാരത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കേണ്ടതത്യാവശ്യമാണ്. പ്രകൃതിയിൽനിന്നു ലഭിക്കുന്ന മിക്കവൊറും എല്ലാ ആഹാരസാധനങ്ങളോടുകൂടിയും ഇവയും ഉണ്ടായിരിക്കുമെന്നുള്ളതാണ് ഒരു പ്രത്യേകത. പക്ഷെ, ഇവയിൽ പലതും ആഹാരസാധനങ്ങരം പാകം ചെയ്യുമ്പോരം നഷ്ടപ്പെട്ടു പോകാറുണ്ട്.

വൈററമിൻസ്, A, B, C, D, E എന്ന ഇംഗ്ലീഷ് അക്ഷരമാലാ ക്രമത്തിലാണ് സാധാരണ അറിയപ്പെടുന്നതു്. ഇവയിൽ എയും, ഡിയും കരളിലും പാലിലും മത്സ്യയെണ്ണകളിലും സുലഭമാണ്. ഇവ രണ്ടും എണ്ണയിൽ ലയിക്കുന്നവയാണ്.

വൈററമിൻ സി എല്ലാത്തരം പഴങ്ങളിലും കാണുന്നു വെങ്കിലും നെല്ലിക്ക, ററുമാറേറാ, ചെറുനാരങ്ങ, ഓറഞ്ച്, എന്നിവയിൽ ധാരാളമുണ്ട്. വൈററമിൻ സി ചൂടു കൊണ്ടു നശിക്കുന്നതാണ്. അതിനാൽ പഴങ്ങൾ പാകം ചെയ്യാതെ തന്നെ കഴിക്കണം.

വൈററമിൻ ബി ധാന്യങ്ങളുടെ തവിട്, നിലക്കടല, സോയാബീൻ, യീസ്ററ് എന്നിവയിൽ നിന്നു ലഭിക്കുന്നു. ഇതു് വെള്ളത്തിൽ ലയിക്കുന്നതാണ്. അതിനാൽ ധാന്യങ്ങളും പയറു വർഗ്ഗങ്ങളും പച്ചക്കറികളും മററും വേവിക്കുന്ന വെള്ളം വാർത്തു കളയരുതു്.

മുൻ പറഞ്ഞവയ്ക്കു പുറമെ എല്ലാ പച്ചക്കറികളിലും ഇലക്കറികളിലും വൈററമിൻസ് ഉണ്ട്. പാലിലും മുട്ടയിലും വൈററമിൻ സി ഒഴിച്ചുള്ളവയെല്ലാമുണ്ട്. അതിനാൽ പാൽ ധാരാളം ഉപയോഗിച്ചാലും പഴങ്ങൾ കൂടി ഉണ്ടെങ്കിലെ ആവശ്യമുള്ള വൈററമിൻസ് ലഭിക്കുകയുള്ളു.

പച്ചക്കറികൾ, ഇലക്കറികൾ, പാല്, മുട്ട, മത്സ്യം, മാംസം, പഴങ്ങൾ മുതലായി വൈററമിൻസ് സുലഭമായിട്ടുള്ളവയിലെല്ലാം മിനറൽ സാൾട്ട്സ് പല അളവിലും ഉണ്ടായിരിക്കും. ഇവയെല്ലാം വെള്ളത്തിൽ ലയിക്കുന്നവയാണ്. അതിനാൽ പച്ചക്കറികൾ ഇലക്കറികൾ മുതലായവ പാകം ചെയ്യാനുപയോഗിക്കുന്ന ജലം വാർത്തുകളയരുതു്. നിത്യാഹാരത്തിൽ ധാരാളം പച്ചക്കറികളും, പഴങ്ങളും, ഇലക്കറികളും, തവിടു കളയാത്ത അരിയും, പയറുവർഗ്ഗങ്ങളും, പാലും, മുട്ടയും ഉൾപ്പെടുത്തിയാൽ ശരീരത്തിനാവശ്യമായ എല്ലാ പോഷകസാധനങ്ങളും ലഭിക്കും. മാംസം ഉപയോഗിക്കുന്നവർ പയറുവർഗ്ഗത്തിലുള്ളവയുടെ അളവു കുറയ്ക്കാം. പച്ചക്കറികളും പഴങ്ങളും, ഇലക്കറികളും ഉണങ്ങിയതോ പഴകിയതോ ആണെങ്കിൽ ഗുണമില്ലാതാവും. അതിനാൽ

അവ ധാരാളം ലഭിക്കത്തക്കവണ്ണം കൃഷിചെയ്യുണ്ടാക്കേണ്ട താണ്. മുട്ടയും പാലും വളരെ പോഷകഗുണമുള്ള സാധനങ്ങളാകയാൽ കോഴി വളർത്തുന്നതിനും പശു, ആട്, എരുമ എന്നിവയെ വളർത്തുന്നതിനും പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധിക്കണം. ആട്ടിൻപാലും പശുവിൻപാലിനെ പ്പോലെ ഗുണമുള്ളതാണ്. എരുമപ്പാലും കൊള്ളാം. ഫാററ് കൂടുതൽ ഉണ്ടെന്നേയുള്ളു.

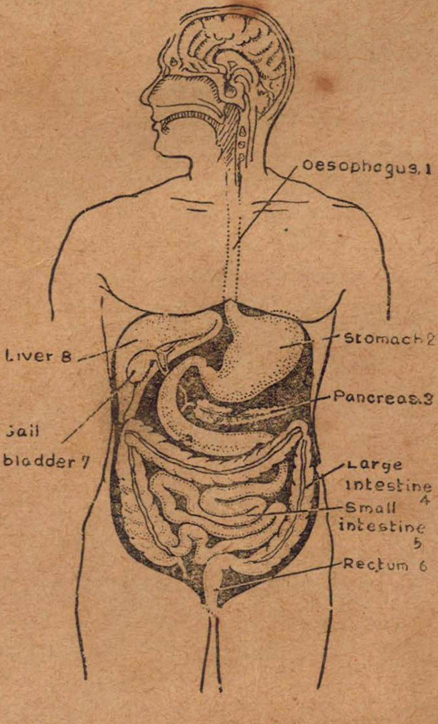
ശരീരത്തിന്റെ ആവശ്യത്തിനനുസരണമായ അളവിൽ പോഷകാംശങ്ങളെല്ലാം അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ആഹാരത്തെ സമീകൃതാഹാരം എന്നു പറയാം. സമീകൃതാഹാരത്തിൽ ജന്തുജങ്ങളും സസ്യജങ്ങളുമായ ഭക്ഷണ സാധനങ്ങൾ അടങ്ങിയിരിക്കണം. കുടലിനെ ശുദ്ധമാക്കുന്നതിനുപകരിക്കുന്നതും ദഹനരസങ്ങൾകൊണ്ടു മാററം വരാത്തവയുമായ പദാർത്ഥങ്ങളും അതിൽ ഉണ്ടായിരിക്കണം. പച്ചക്കറികളിലും, ഇലക്കറികളിലും, പഴങ്ങളിലും, കിഴങ്ങുകളിലും ഇത്തരം പദാർത്ഥങ്ങളുണ്ട്.

## പാഠം 2

### ദഹനം

നമ്മുടെ നിത്യാഹാരത്തിൽ കുറെയേറെ കാർബോഹൈഡ്രേററുകളും അല്പം പ്രോട്ടീനും, ഫാററും, വൈററമിൻസും, സാൽട്ട്സും ജലവുമെല്ലാം ഉണ്ടായിരിക്കുമെന്ന് കരുതാം. ഈ പദാർത്ഥങ്ങൾക്ക് എന്താണ് സംഭവിക്കുന്നത്? മൂന്നുനാലു മണിക്കൂറുകൾ കഴിയുമ്പോൾ വീണ്ടും വിശന്നുതുടങ്ങുമല്ലോ. മുൻപു കഴിച്ച ആഹാരം എവിടെപ്പോകുന്നു? ആഹാരം ദഹിച്ചുപോയി എന്നാണു നാം സാധാരണ മറുപടി പറയുക. ദഹനം എന്നു പറയുന്ന പ്രവൃത്തി എന്താണ്? അതുകൊണ്ടു് എന്തു പ്രയോജനമാണുണ്ടാവുന്നതു്?

നാം നേരത്തേ കഴിച്ച ആഹാരം ഏഴര മീറററോളം നീളമുള്ള അന്നപഥത്തിൽക്കൂടി നീങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കയാണു്. ഇത്രയും നീളമുള്ള ഒരു കുഴലിൽക്കൂടി ആഹാരം കടന്നുപോകുന്നതെന്തിനാണു്? അതിനകത്തുവച്ചു് ആഹാരത്തിനു് എന്തു സംഭവിക്കുന്നു?



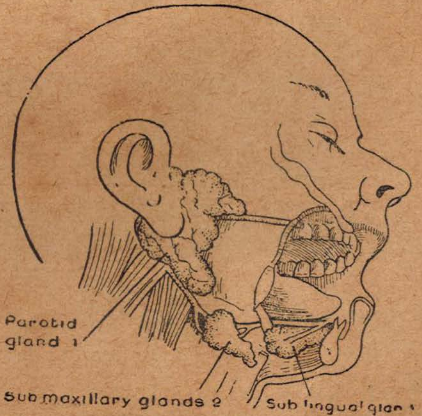

ചിത്രം 46. മനുഷ്യന്റെ അന്നപഥം.

അന്നപഥത്തിന്റെ ആദ്യഭാഗമാണു് വായു്. അതിനെത്തുടന്നു് കണ്ഠം (pharynx), അന്നനാളം

(oesophagus), ആമാശയം (stomach), ചെറുകുടൽ (small intestine), വൻകുടൽ (large intestine), മലാശയം (rectum) എന്നീ ഭാഗങ്ങളുണ്ട്. ഇവയോടു ചേർന്ന് കരൾ (liver), പാൻക്രിയാസ് (pancreas) എന്നീ അവയവങ്ങളും കാണുന്നുണ്ട്.

ആദ്യഭാഗമായ വായ്ക്കകത്തുവച്ച് ആഹാരം നല്ലവണ്ണം ചവച്ചരയ്ക്കപ്പെടുന്നു. ഇതിന്റെ ഫലമായി ആഹാരം ഉമിനീരുമായി കലർന്ന് കുഴമ്പുപോലെ ആയിത്തീരുന്നു. ഉമിനീരിലടങ്ങിയിട്ടുള്ള ഒരു എൻസൈം (enzyme) ആഹാരത്തിലുള്ള കാർബോഹൈഡ്രേറ്റുകളിൽ പ്രവർത്തിച്ചു അവയിൽ ചിലതിനെ പഞ്ചസാരയാക്കി മാറ്റുന്നു.

സങ്കീർണ്ണങ്ങളായ പദാർത്ഥങ്ങളെ ലഘുവായ ഘടനയോടുകൂടിയ പദാർത്ഥങ്ങളായി മാറുവാൻ സഹായിക്കുന്നവയാണ് എൻസൈമുകൾ. ഇതുപോലെയുള്ള




ചിത്രം 47. ഉമിനീർഗ്രന്ഥികൾ.

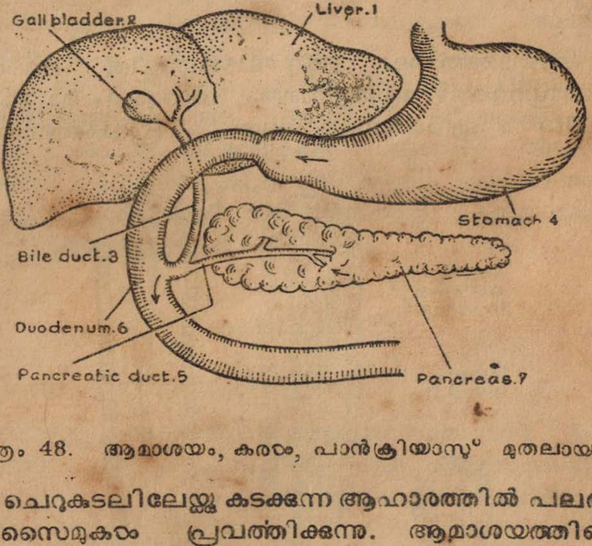
എൻസൈമുകരം ആമാശയത്തിലും ചെറുകുടലിലും കാണുന്നുണ്ട്. അന്നപഥത്തോടനുബന്ധിച്ചുള്ള ചില അവയവങ്ങരം പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന ദ്രാവകങ്ങളിലാണ് എൻസൈമുകരം കാണപ്പെടുന്നതു്. ഈമാതിരി അവയവങ്ങളെ ഗ്ലാൻഡ്സ് എന്നും അവ പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന ദ്രാവകത്തെ ദഹനരസം (digestive juice) എന്നും പറയും. ഉമിനീർ പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന ഗ്ലാൻഡുകളെ സാലിവറി ഗ്ലാൻഡ്സ് (salivary glands) എന്നു പറയുന്നു.

നാം കഴിക്കുന്ന ആഹാരത്തിലുള്ള കാർബോഹൈഡ്രേററുകളിൽ ചിലതും, പ്രോട്ടീനുകളും, ഫാററുകളും ജലത്തിൽ ലയിക്കാത്ത രൂപത്തിലുള്ളവയാണ്. ജലത്തിൽ അലിയുന്ന രൂപത്തിലായെങ്കിൽമാത്രമെ അവയെ രക്തത്തിൽ ലയിപ്പിക്കാൻ സാധിക്കുകയുള്ളു. ജലത്തിൽ അലിയാത്ത രൂപത്തിലുള്ള പദാർത്ഥങ്ങളെ ജലത്തിൽ അലിയുന്ന രൂപത്തിലാക്കി മാററുന്ന പ്രവൃത്തിയേയാണ് ദഹനം എന്നു പറയുന്നതു്. ദഹനരസങ്ങളിലുള്ള എൻസൈമുകളാണ് ദഹനത്തിനു സഹായിക്കുന്നതു്.

കണ്ഠം, അന്നനാളം എന്നിവ കടന്ന് ആഹാരം ആമാശയത്തിലെത്തുമ്പോഴാണ് അടുത്ത ദഹനരസവുമായി ചേരാനിടയാവുന്നതു്. ആമാശയത്തിൻെറ ഭിത്തിയിലുള്ള ഗ്ലാൻഡുകരം പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന ഗാസ്ട്രിക്ജ്യൂസ് (gastric juice) ആണ് ഈ ദഹനരസം. പ്രോട്ടീൻ പദാർത്ഥങ്ങളെ ദഹിപ്പിക്കുവാൻ കഴിവുള്ള ഒരു എൻസൈം ഈ ദഹനരസത്തിലുണ്ട്.

ആമാശയത്തിൽവച്ച് ഗാസ്ട്രിക്ജ്യൂസുമായി ആഹാരത്തെ നല്ലവണ്ണം കലത്തുന്നതു് ആമാശയഭിത്തിയുടെ സങ്കോചവികാസങ്ങളാണ്. മൂന്നുനാലു മണിക്കൂറുകളോളം ആഹാരം ആമാശയത്തിലുണ്ടായിരിക്കും. അതിനുശേഷം ആമാശയത്തിൻെറ വീതികുറഞ്ഞ വശത്തുള്ള ഒരു ദ്വാരം തുറന്ന് കുറച്ച് ആഹാരത്തെ

ചെറുകുടലിലേയ്ക്ക് കടത്തിവിട്ടിട്ട് ആ ദ്വാരം ഉടൻ അടയുന്നു. വീണ്ടും കുറെ സമയം കഴിഞ്ഞിട്ടേ ഈ ദ്വാരം തുറക്കുകയുള്ളു. ഇങ്ങനെ ആമാശയത്തിൽനിന്നു് അല്പാല്പമായിമാത്രമെ ആഹാരത്തെ അടുത്ത ഭാഗത്തേയ്ക്കു കടത്തിവിടുന്നുള്ളു.

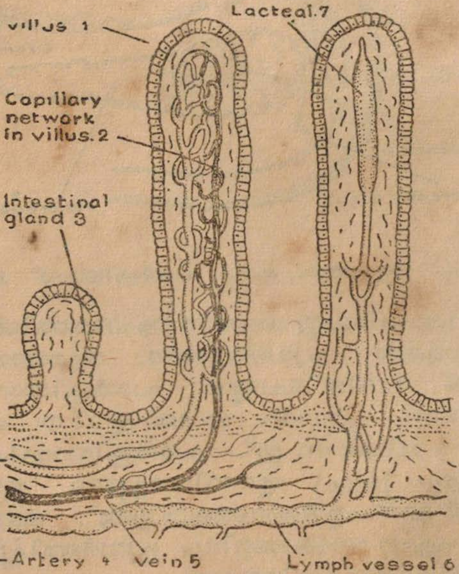



ചിത്രം 48. ആമാശയം, കരൾ, പാൻക്രിയാസ്സ് മുതലായവ.

ചെറുകുടലിലേയ്ക്കു കടക്കുന്ന ആഹാരത്തിൽ പലതരം എൻസൈമുകൾ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ആമാശയത്തിന്റെ അടിയിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന പാൻക്രിയാസ്സ് എന്ന ഗ്രന്ഥിയാണ് ഏററവും ശക്തികൂടിയ ദഹനരസം പുറപ്പെടുവിക്കുന്നതു്. പാൻക്രിയാററിക് ജൂസ്സ് (Pancreatic Juice) എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഈ ദഹനരസത്തിൽ മൂന്നു് എൻസൈമുകൾ ഉണ്ടു്. അവ ആഹാരത്തിലുള്ള എല്ലാ ഘടകങ്ങളിലും പ്രവർത്തിച്ചു് അവയെ ലഘുപദാർത്ഥങ്ങളാക്കിമാററുന്നു.

കൊഴുപ്പുകളെ ദഹിപ്പിക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്ന ഒരു രസമാണു കരാം പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന ബൈൽ (Bile). ഈ രസത്തിൽ എൻസൈമുകാം ഒന്നും തന്നെയില്ലെങ്കിലും ഇതിൻെറ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ മാത്രമെ പാൻക്രിയാററിക് ജൂസിലുള്ള എൻസൈമുകാംകു ശരിയായി പ്രവർത്തിക്കുവാൻ സാധിക്കുകയുള്ളു. അതിനാൽ ഈ രണ്ടു രസങ്ങളും ഒന്നിച്ചു ചേൎന്നാണു് ചെറുകുടലിലേക്കു കടക്കുന്നതു്.

ആഹാരത്തിലെ ആറു ഘടകങ്ങളിൽ കാർബോഹൈഡ്രേററുകളും, പ്രോട്ടീനുകളും, ഫാററുകളും മാത്രമാണു് വിവിധ എൻസൈമുകളുടെയും പ്രവർത്തനത്താൽ




ചിത്രം 49

ദഹിപ്പിക്കപ്പെടുന്നതു്. വൈററമിൻസു്, സാൾട്ട്സു്. ജലം എന്നിവ നേരിട്ട രക്തത്തിൽ കലരുന്നവയാണു്, അതിനാൽ അവയെ ദഹിപ്പിക്കേണ്ട ആവശ്യമില്ല.

ചെറുകുടലിൽവച്ചു് ദഹനം പൂർത്തിയാക്കപ്പെടുകയും ദഹിച്ച ആഹാരം രക്തത്തിൽ കലരുകയും ചെയ്യുന്നു. ചെറുകുടലിൻെറ ഉൾവശത്തു കാണുന്ന അസംഖ്യം ചെറുകുഴലുകൾ പോലുള്ള ഭാഗങ്ങളാണു് ആഹാരം രക്തത്തിൽ കലരുന്നതിനു് സഹായിക്കുന്നതു്. ലോലമായ ഭിത്തികൾകൊണ്ടു നിർമ്മിച്ചിട്ടുള്ള ഈ അവയവങ്ങൾക്കുള്ളിൽ അനേകം സൂക്ഷ്മരക്തക്കുഴലുകളുണ്ടു്. ചിത്രം 49 നോക്കുക. ദഹിച്ച ആഹാരം ഇവയുടെ നേരിയ ഭിത്തിയിൽക്കൂടി രക്തത്തിലേക്കു കടക്കുകയും, അതുവഴി ശരീരത്തിൻെറ എല്ലാ ഭാഗങ്ങളിലും എത്തിച്ചേരുകയും ചെയ്യുന്നു.

## പാഠം 3

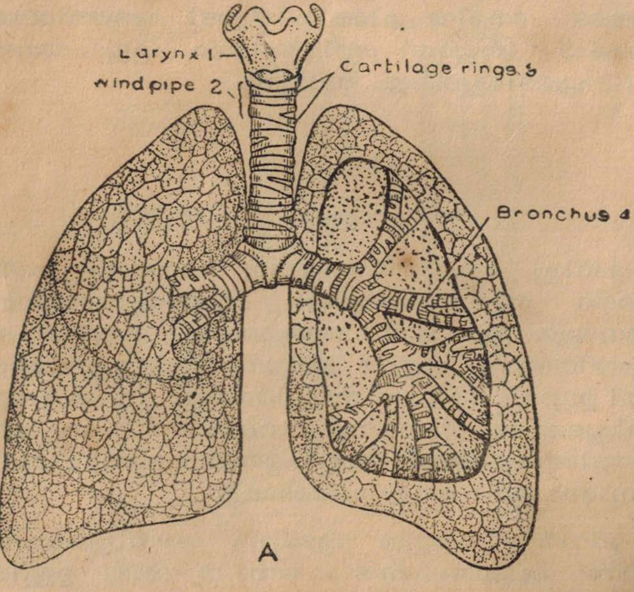
### ശ്വസനം

ദഹിച്ച ആഹാരസാധനങ്ങൾ രക്തംവഴി ശരീരത്തിൻെറ നാനാഭാഗങ്ങളിലും എത്തിച്ചേരുന്നുവെന്നു കണ്ടുവല്ലോ. ഈ പദാർത്ഥങ്ങളോടൊപ്പം ഓക്സിജൻകൂടി ഉണ്ടായിരുന്നാൽ മാത്രമെ ഇവയിൽനിന്നു പ്രവർത്തന ശക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ സാധിക്കയുള്ളു. ഈ ഓക്സിജൻ വഹിച്ചുകൊണ്ടു പോകുന്നതും രക്തമാണു്. ഓക്സിജൻ രക്തത്തിലേക്കു് എവിടെവച്ചു് എങ്ങനെ പ്രവേശിക്കുന്നു, വെന്നാണു് ഇനി മനസ്സിലാക്കേണ്ടതു്.

ജീവനുള്ളവയെല്ലാം എപ്പോഴും ശ്വസിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ശ്വസനം നടക്കുമ്പോൾ വായു ഉള്ളിൽ കടക്കുകയും പുറത്തേക്കുവരികയുമാണു് ചെയ്യുന്നതു്. ഉരസ്സിനകത്തുള്ള രണ്ടു ശ്വാസകോശങ്ങളിലേക്കാണു്

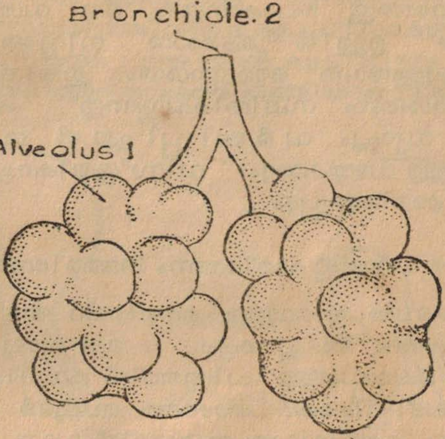
വായു കടന്നു ചെല്ലുന്നതു്. അവയ്ക്കുള്ളിൽ വച്ചാണു് വായുവിലുള്ള ഓക്സിജൻ രക്തത്തിൽ കലരുന്നതു്.

വായു ശ്വാസകോശങ്ങളിലേക്കു കടക്കുന്നതു് നാസാരന്ധ്രങ്ങളിൽക്കൂടിയാണു്. നാസികയിൽക്കൂടി കടക്കുമ്പോൾ വായു ഈർപ്പവും ചൂടും ഉള്ളതായിത്തീരുന്നു. നാസാരന്ധ്രങ്ങൾക്കകത്തുള്ള ചെറുരോമങ്ങളും, ഈർപ്പമുള്ള ഭിത്തിയും വായുവിലുള്ള പൊടിയും മററും ശ്വാസകോശങ്ങളിലേക്കു കടക്കാതെ തടഞ്ഞു വയ്ക്കുന്നു. നാസികയിൽ നിന്നു കണ്ഠംവഴി ശ്വാസനാളത്തിലേക്കും അതിൻെറ രണ്ടു ശാഖകൾവഴി ശ്വാസകോശങ്ങളിലേക്കും വായു പ്രവേശിക്കുന്നു.




ചിത്രം 50. ശ്വാസകോശങ്ങളും ബന്ധപ്പെട്ട ഭാഗങ്ങളും.

ശ്വാസനാളത്തിൻെറ ഓരോ ശാഖയും ഓരോ ശ്വാസ കോശത്തിലേക്ക കടന്നതിനശേഷം അനേകം



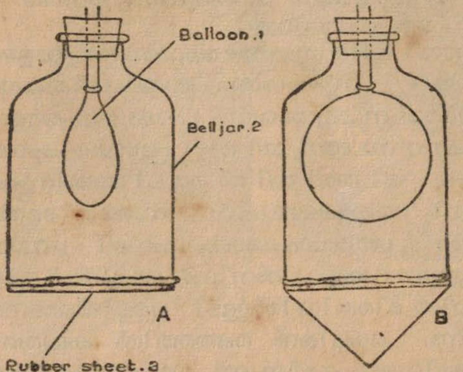

ചിത്രം 50 ബി. 1. വായു അറ 2. ശ്വാസനാളത്തിൻെറ ഒരു ചെറുശിഖരം.

ശാഖോപശാഖകളായി പിരിയുകയും അവസാനം വളരെ ചെറിയ അസംഖ്യം സൂക്ഷ്മശാഖകളായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ ഓരോ സൂക്ഷ്മശാഖയും പല അറകളോടു കൂടിയ ഒരു ചെറുസഞ്ചിയിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു. ഈ അറകളുടെ ഭിത്തിയിൽക്കൂടി അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായ നിരവധി രക്തക്കുഴലുകൾ സഞ്ചരിക്കുന്നു. ശ്വാസനാളത്തിൻെറ ശാഖോപശാഖകൾവഴി വായു അറകളിൽ വന്നെത്തുന്ന വായുവിൽനിന്നും ഓക്സിജൻ രക്തക്കുഴലുകളുടെ നേരിയ ഭിത്തിയിൽക്കൂടി ഉള്ളിൽക്കടന്നു് രക്തത്തിൽ കലരുന്നു. ഓക്സിജൻ രക്തത്തിൽ കലരുന്നതോടുകൂടി രക്തത്തിലുള്ള കാർബൺ ഡൈഓക്സയിഡു് അതിൽനിന്നു പുറന്തള്ളപ്പെടുകയും, വായു അറ (Air sacs) കളിൽഉള്ള വായുവിൽ കലരുകയും ചെയ്യുന്നു.

ശ്വാസോച്ഛ്വാസം ചെയ്യുമ്പോൾ ഉരസ്സും ഉദരവും ചലിക്കുന്നതായികാണാം. ഉരസ്സും ഉദരവും ചലിക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായിട്ടാണു വായു ഉള്ളിലേക്കു കടക്കുന്നതും പുറത്തേയ്ക്കു പോകുന്നതും. ഒരു വശത്തുകൂടിയും വായുവിനു് ഉള്ളിൽ കടക്കാൻ നിവൃത്തിയില്ലാത്ത വിധത്തിലുള്ളതാണു് ഔരസ്സാശയം. ഇതിനുള്ളിലാണു് ശ്വാസകോശങ്ങൾ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതു്. ഔരസ്സാശയത്തിന്റെ വ്യാപ്തം വർദ്ധിപ്പിച്ചാൽ ശ്വാസകോശങ്ങൾക്കകത്തു വായുകയറും. വിസ്തൃതികുറച്ചാൽ വായു ബഹിഷ്കരിക്കപ്പെടും.

താഴെ പറയുന്ന പരീക്ഷണം നടത്തിനോക്കുക.

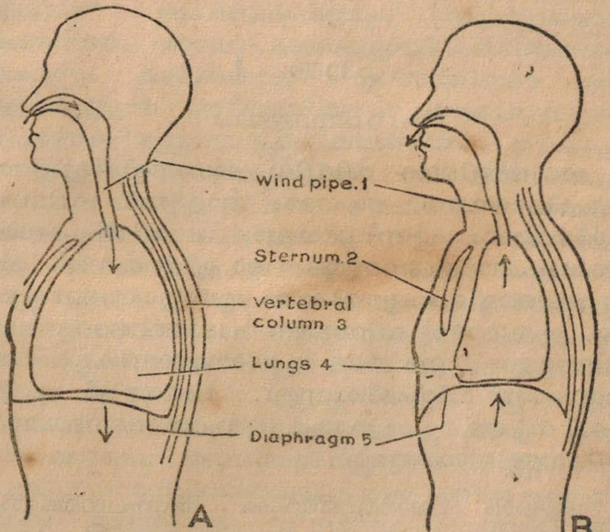
ഒരു ബെൽ ജാറെടുത്തു അതിന്റെ അടിവശം ഒരു ബലൂൺകൊണ്ടു അടച്ചുകെട്ടുക. ഒരു ബലൂൺ ബെൽ ജാറിന്റെ മുകൾവശത്തു് ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന വിധം ഘടിപ്പിക്കുക. താഴത്തെ ബലൂൺ പുറത്തേയ്ക്കു വലിച്ചാൽ മുകളിലത്തെ ബലൂണിൽ വായു കയറുന്നതു




ചിത്രം 51

കാണാം. അതിനെ അകത്തേയ്ക്കു തള്ളിയാൽ വായു പുറത്തേയ്ക്കു പോകും.

എല്ലാവശവും അടച്ചിട്ടുള്ള ബെൽജാറിനകത്തുള്ള ബലൂൺ ഔരസാശയത്തിനുള്ളിലുള്ള ശ്വാസകോശങ്ങളുടെ സ്ഥാനം വഹിക്കുന്നു. അടിയിൽ കെട്ടിയിട്ടുള്ള ബലൂൺ ഔരസാശയത്തിൻെറ താഴത്തെ ഭിത്തിയായ ഡയഫ്രത്തെ




ചിത്രം 52.

സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഡയഫ്രം താഴുമ്പോൾ ശ്വാസകോശങ്ങളിൽ വായു പ്രവേശിക്കും. അതു പൂർവ്വസ്ഥാനത്തെത്തുമ്പോൾ വായു പുറത്തേക്കു പോകും.

നാം ശ്വസിക്കുമ്പോൾ സംഭവിക്കുന്നതെല്ലാം ശരിയായ രീതിയിൽ കാണിക്കുന്ന ഒന്നല്ല ഈ പരീക്ഷണം. ബെൽജാർ എല്ലാവശത്തേക്കും വികസി

ക്കന്നില്ലല്ലോ? എന്നാൽ ഔരസാശയം എല്ലാവശത്തേയ്ക്കും വികസിക്കുന്നതിൻെറ ഫലമായിട്ടാണ് വായു ശ്വാസകോശങ്ങളിലേയ്ക്കു കടക്കുന്നതു്. വാരിയെല്ലുകളുടെയും അവയോടു ബന്ധപ്പെട്ട മാംസപേശികളുടെയും പ്രത്യേക രീതിയിലുള്ള ഘടനയാണ് ഔരസാശയത്തിൻെറ വ്യാപ്തം എല്ലാവശത്തേക്കും വർദ്ധിപ്പിക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്നതു്.

## പാഠം 4

### വിസർജ്ജനം

ശരീരത്തിൻെറ വിവിധ ഭാഗങ്ങളിൽക്കൂടി രക്തം സഞ്ചരിക്കുമ്പോഠം, ആഹാരം, ഓക്സിജൻ, വിസർജ്ജന പദാർത്ഥങ്ങഠം എന്നിവയെല്ലാം അതിൽ കലരുന്നു. പോഷകപദാർത്ഥങ്ങളെയും ഓക്സിജനെയും എല്ലാ അവയവങ്ങളിലും എത്തിക്കുക എന്നതുപോലെ പ്രധാനമായ കൃത്യമാണ് വിസർജ്ജന പദാർത്ഥങ്ങളെ മാററുകയെന്നുള്ളതും. ഈ രണ്ടു പ്രധാനജോലികളും രക്തം തന്നെയാണ് നിർവ്വഹിക്കുന്നതു്. രക്തത്തിൽ കലരുന്ന മാലിന്യങ്ങളെ പുറത്തുകളയുന്നതെങ്ങനെയെന്നാണ് ഇനിമനസ്സിലാക്കേണ്ടതു്.

ആഹാര പദാർത്ഥങ്ങഠംക്കു അന്നപഥത്തിൽവച്ചു ദഹനം നടന്നതിനുശേഷം അവ രക്തത്തിൽ കലരുന്നുവെന്നാണു നാം പഠിച്ചതു്. ദഹനം നടത്തുക, ദഹിപ്പിക്കുക, എന്നൊക്കെ പറയുന്നതിൻെറ ശരിയായ അർത്ഥം കത്തിക്കുക എന്നാണെല്ലോ പദാർത്ഥങ്ങഠം കത്തുമ്പോഠം അവ ഓക്സിജനുമായിചേർന്നു് പുതിയ പദാർത്ഥങ്ങളുണ്ടാകുമെന്നു നേരത്തേ പഠിച്ചിട്ടുണ്ടു്. അന്നപഥത്തിൽവച്ചു് അങ്ങനെ വല്ലതും സംഭവിച്ചുവോ? അവിടെ നടക്കുന്നതു സങ്കീർണ്ണഘടനയോടു കൂടിയ ചില

പദാർത്ഥങ്ങളെ രക്തത്തിൽ ലയിക്കത്തക്കവണ്ണമുള്ള ഘടനയോടുകൂടിയ പദാർത്ഥങ്ങളായി മാററുന്നവെന്നുള്ളതാണു്. ശരിയായ അർത്ഥത്തിലുള്ള ദഹനം ശരീരത്തിന്റെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളിലുള്ള സെല്ലുകളിൽ വച്ചാണു നടക്കുന്നതു്.

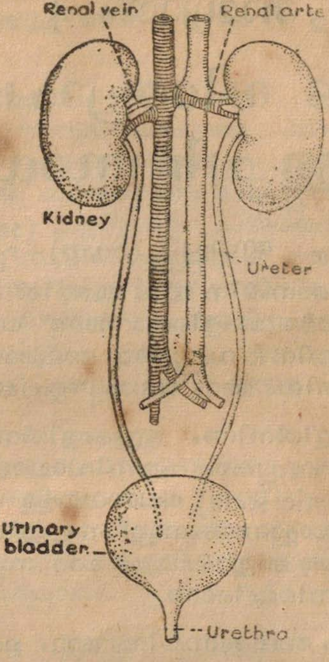
ശ്വാസകോശങ്ങളിൽനിന്നു് ഓക്സിജനും അന്നപഥത്തിൽനിന്നു് പോഷകാംശങ്ങളും വഹിച്ചുകൊണ്ടു പോകുന്ന രക്തം ശാഖോപശാഖകളായി പിരിഞ്ഞിട്ടുള്ള പരസഹസ്രം കുഴലുകൾവഴി ശരീരത്തിന്റെ എല്ലാ ഭാഗത്തും എത്തുന്നു. ശരീരത്തിലെ എല്ലാ അവയവങ്ങളും കോടിക്കണക്കിനുള്ള സെല്ലുകൾകൊണ്ടാണു നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്നതു്. ഈ സെല്ലുകളിൽ പോഷകാംശങ്ങളും ഓക്സിജനുമെത്തുമ്പോൾ ദഹനം നടക്കുന്നു. പോഷകാംശങ്ങൾ ഓക്സിജനോടു ചേർന്നു ദഹിക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി ഊർജ്ജവും, ചൂടും, കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ്, യൂറിയ, ജലം മുതലായ പദാർത്ഥങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു. കാർബോഹൈഡ്രേററുകളും, ഫാററുകളും, കാർബൺ, ഹൈഡ്രജൻ, ഓക്സിജൻ എന്നിവയുടെ സംയുക്തങ്ങളാണു്. പ്രോട്ടീൻസിൽ ഈ മൂന്നു പദാർത്ഥങ്ങൾക്കു പുറമെ നൈട്രജനും മററു ചില പദാർത്ഥങ്ങളുമുണ്ടു്. അതിനാൽ പ്രോട്ടീൻ പദാർത്ഥങ്ങൾ ദഹിക്കുമ്പോൾ മുൻപറഞ്ഞവയ്ക്കു പുറമെ യൂറിയ മുതലായ നൈട്രജൻ ചേർന്നിട്ടുള്ള വിസർജ്ജന പദാർത്ഥങ്ങളുമുണ്ടാകുന്നു.

സെല്ലുകളിൽ വച്ചുണ്ടാകുന്ന വിസർജ്ജനപദാർത്ഥങ്ങളിൽ ഒന്നായ കാർബൺഡൈഓക്സയിഡ് ശ്വാസകോശങ്ങളിൽവച്ചു് രക്തത്തിൽനിന്നു വായുവിൽ കലരുകയും, അവിടെനിന്നു പുറത്തു പോവുകയും ചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ ശ്വാസകോശങ്ങൾ ഒരു വിസർജ്ജനാവയവവും കൂടിയാണു്.

ശരീരത്തെ ആവരണം ചെയ്തിരിക്കുന്ന ത്വക്കാണ് മറെറാരു വിസർജ്ജനാവയവം. ത്വക്കിലുള്ള ഒരു തരം ഗ്ലാൻഡുകൾ (Sweat Glands) രക്തത്തിൽനിന്നു് യൂറിയ മുതലായ ലവണങ്ങളും കുറെ ജലവും വേർതിരിച്ചെടുത്തു് വിയർപ്പായി പുറത്തുകളയുന്നു. വിയർപ്പിലുള്ള ജലാംശം ആവിയായിപ്പോകുമ്പോൾ ഈ ലവണങ്ങൾ ത്വക്കിൽ പററിപ്പിടിച്ചിരിക്കും. കുളിക്കുമ്പോൾ അവ ശരീരത്തിൽ നിന്നു മാററപ്പെടുന്നു. ശരീരാരോഗ്യം നിലനിത്തുന്ന തിന്നു് കുളിക്കേണ്ടതത്യാവശ്യമാണെന്നു് ഇതിൽനിന്നു മനസ്സിലാക്കാം. കുളിക്കുന്നതിനോടൊപ്പം ശരീരത്തിൽ ചേർന്നു കിടക്കുന്ന വസ്ത്രങ്ങളും നനസ്സണം. ശരീരത്തിലും വസ്ത്രങ്ങളിലും പററിയിരിക്കുന്ന മാലിന്യങ്ങൾ ദുർഗ്ഗന്ധം ഉണ്ടാക്കുന്നതിനുപുറമേ ത്വക്കിലുണ്ടാവുന്ന പല രോഗ ങ്ങൾക്കും കാരണമാവും.

ശ്വാസകോശങ്ങളും ത്വക്കും വിസർജ്ജനം നിവ്വഹി ക്കുന്നതു് അവയുടെ മററു ജോലികൾക്കുപുറമേയാണു്. എന്നാൽ വിസർജ്ജനംമാത്രം മുഖ്യധർമ്മമായി സ്വീകരി ച്ചിട്ടുള്ള അവയവങ്ങളാണു് കിഡ്നികൾ (Kidneys).

ഏകദേശം പത്തു സെൻറീമീററർ നീളവും അമര വിത്തിൻെറ ആകൃതിയുമുള്ളവയാണു് കിഡ്നികൾ. ഇവ രണ്ടെണ്ണമുണ്ടു്. ഉദരഭാഗത്തു് പുറകിൽ നട്ടെല്ലിൻെറ ഇരുവശത്തുമായി ഇവ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. ഇവയിൽ ഓരോന്നിലും ഒരു വലിയ ആർട്ടറിവഴി രക്തം ചെല്ലു കയും, ഒരു വെയിൻവഴി രക്തം പുറത്തേയ്ക്കു പോകയും ചെയ്യുന്നു. രക്തത്തിൽനിന്നു് യൂറിയ തുടങ്ങിയ ലവണ ങ്ങളും അധികമുള്ള ജലവും മററു പദാർത്ഥങ്ങളും കിഡ്നി കൾ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ വേർതിരിച്ചെടു ക്കുന്ന പദാർത്ഥങ്ങൾ അവയിൽനിന്നു് പുറത്തേയ്ക്കു പോകുന്ന ഓരോ കുഴലുകൾവഴി താഴെയുള്ള ഒരു സഞ്ചി യിൽ ചെന്നുചേരുന്നു. കിഡ്നികൾ വിസർജ്ജിക്കുന്ന




ചിത്രം 53. കിഡ്നികളും ബന്ധപ്പെട്ട ഭാഗങ്ങളും.

ദ്രാവകത്തെ മൂത്രം (Urine) എന്നു പറയും. കിഡ്നികളിൽനിന്നു് തുള്ളിത്തുള്ളിയായി ഊറിവരുന്ന മൂത്രം ശേഖരിക്കപ്പെടുന്ന സഞ്ചിയെ യൂറിനറി ബ്ലാഡർ (Urinary bladder) എന്നു പറയുന്നു. മാംസപേശിനിർമ്മിതമായ ഈ സഞ്ചി നിറയുമ്പോഠം അതിൽനിന്നു പുറത്തേയ്ക്കുള്ള ഒരു കുഴൽവഴി മൂത്രം വിസർജ്ജിക്കപ്പെടുന്നു.

കിഡ്നികളുടെ പ്രവർത്തനം ശരിയായി നടക്കുന്നതിന്നു് ധാരാളം ജലം ആവശ്യമാണു്.

# അദ്ധ്യായം 4

# നമ്മുടെ നിത്യോപയോഗ ത്തിലുള്ള ചില സാധനങ്ങൾ

## സോപ്പ് (Soap)

നമ്മുടെ ദൈനംദിന ജീവിതത്തിൽ വളരെ അത്യാവശ്യമായ പദാർത്ഥങ്ങളിലൊന്നാണ് സോപ്പ്. ശരീരം ശുചിയാക്കുന്നതിനും, വസ്ത്രങ്ങൾ അലക്കുന്നതിനും പാത്രങ്ങൾ കഴുകുന്നതിനും മററും സോപ്പ് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

സസ്യങ്ങളിൽനിന്നും ജന്തുക്കളിൽനിന്നും കിട്ടുന്ന എണ്ണകൾ, കൊഴുപ്പുകൾ എന്നിവയോട് കാസ്റ്റിക്ക് സോഡാ (Caustic soda) പോലെയുള്ള പദാർത്ഥങ്ങൾ ചേർത്താണ് സോപ്പുണ്ടാക്കുന്നതു്. നല്ലയിനം സോപ്പുകൾ വെളിച്ചെണ്ണയോ അതുപോലുള്ള മററു സസ്യഎണ്ണകളോ ഉപയോഗിച്ചു നിർമ്മിക്കുന്നു.

വസ്ത്രങ്ങൾ അലക്കുന്നതിനും മററും ഉപയോഗിക്കുന്ന മാതിരിയുള്ള സോപ്പ് നമുക്കും ഉണ്ടാക്കാം. താഴെ പറയുന്നപ്രകാരം ചെയ്യുക.

അഞ്ചു ഗ്രാം കാസ്റ്റിക്ക്സോഡാ പത്തു ഗ്രാം വെള്ളത്തിൽ ലയിപ്പിക്കുക. [ഈ ലായനി ശരീരത്തിൽ വീണാൽ പൊള്ളലുണ്ടാകും. അതിനാൽ സൂക്ഷിക്കുക] ഈ ലായനിയെ മുപ്പതുഗ്രാം വെളിച്ചെണ്ണയോടു അല്പാല്പമായി ചേർത്തു് ഇളക്കുക. കുറേ സമയത്തേയ്ക്കു നല്ലവണ്ണം ഇളക്കിക്കൊണ്ടിരിക്കുക. അധികം താമസിയാതെ ഈ മിശ്രിതം കുഴമ്പുരൂപത്തിലാകും. അപ്പോൾ അതിനെ ഒഴിഞ്ഞ തീപ്പെട്ടികളിലോ, അച്ചുകളിലോ ഒഴിച്ചു

വയ്ക്കുക. ഏതാനും മണിക്കൂറുകൾക്കകം അതു കട്ടിയാവും. അച്ചിൽനിന്നെടുത്ത് കൈ കഴുകാൻ ഉപയോഗിച്ചു നോക്കുക.

തേച്ചുകുളിക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന സോപ്പിൽ മുൻ പറഞ്ഞ പദാർത്ഥങ്ങൾക്കുപുറമേ വാസനദ്രവ്യങ്ങളും ഔഷധങ്ങളും മററും ചേർത്തിട്ടുണ്ടാവും. എണ്ണയും ആൽക്കലിയും തമ്മിൽ ചേരുമ്പോൾ സോപ്പിനുപുറമേ ഗ്ലിസറിൻ (Glycerine) എന്നൊരു പദാർത്ഥംകൂടി ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്. ഈ ഗ്ലിസറിൻ എണ്ണയുടെ ഒരു ഘടകമാണ്. സോപ്പിൽ ഗ്ലിസറിൻകൂടി ഉണ്ടായിരിക്കേണ്ട ആവശ്യമില്ല. അതിനാൽ അതിനെ മാററിയിട്ടാണ് നല്ലതരം സോപ്പുണ്ടാക്കുന്നത്. ഇത്തരം സോപ്പുണ്ടാക്കുമ്പോൾ ഗ്ലിസറിൻ മാററിയ ശേഷമാണ് വാസനദ്രവ്യങ്ങളും മററും ചേർക്കുന്നത്.

സോപ്പു തേയ്ക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന പതയിൽ ശരീരത്തിലും വസ്ത്രത്തിലും മററും പററിയിരിപ്പുള്ള എണ്ണമയവും അഴുക്കുകളും ലയിച്ചുചേരും. വെള്ളത്തിൽ കഴുകുമ്പോൾ സോപ്പുപതയോടുകൂടി ഈ പദാർത്ഥങ്ങളും വെള്ളത്തിൽ കലങ്ങിപ്പോകും.

## ഗ്ലാസ്സ് (Glass)

വളരെക്കാലം മുൻപ്, പാലസ്റ്റയിനിലുള്ള ഒരു നദീതീരത്ത് താവളമടിച്ച ഫിനീഷ്യൻ നാവികന്മാരാണ് ഗ്ലാസ്സ് കണ്ടുപിടിച്ചതെന്നു കരുതപ്പെടുന്നു. കപ്പലിനകത്തുണ്ടായിരുന്ന ഒരു തരം കല്ല് മണലിൽ കൂട്ടിവച്ചുണ്ടാക്കിയ അടുപ്പിലാണ് അവർ ആഹാരം പാകം ചെയ്തത്. വീണ്ടും യാത്ര തുടരുന്നതിനു മുൻപ് അടുപ്പുകല്ലുകൾ എടുക്കാൻ ചെന്നപ്പോൾ ചാരത്തിനിടയിൽ ചില തിളങ്ങുന്ന പദാർത്ഥങ്ങൾ കണ്ടു. ഈ പദാർത്ഥങ്ങളിൽക്കൂടി മറുവശത്തുള്ള പദാർത്ഥങ്ങളെ കാണാമെന്നുള്ളത് അവരെ അത്ഭുതപ്പെടുത്തി. തുടർന്നു

നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങളുടെ ഫലമായി അടുപ്പുകല്ലിലടങ്ങിയിരുന്ന ഒരു പദാർത്ഥം മണലിനോടു ചേർന്നുണ്ടായതാണു് ഈ അത്ഭുതവസ്തു എന്നവക്കു ബോദ്ധ്യമായി.

ഗ്ലാസ്സു് നിർമ്മിക്കുന്നതിനു പ്രധാനമായി വേണ്ടതു് നല്ലയിനം മണലാണു്. മണലിനോടു് ചുണ്ണാമ്പുകല്ലും (Calcium Carbonate) സോഡാക്കാരവും (Sodium Carbonate) കൂട്ടിച്ചേർത്തുരുക്കിയാണു് സാധാരണ ഗ്ലാസ്സുണ്ടാകുന്നതു്. ഈ പദാർത്ഥങ്ങളോടു മററു ചില പദാർത്ഥങ്ങൾ കൂട്ടിച്ചേർത്തു് പല ഗുണങ്ങളും നിറങ്ങളുമുള്ള ഗ്ലാസ്സുകൾ നിർമ്മിക്കുന്നു.

പ്രകാശത്തെ അതിൽക്കൂടി കടത്തിവിടുമെന്നുള്ളതാണു് ഗ്ലാസ്സിൻെറ ഒരു വിശേഷഗുണം. ആസിഡുകൾ, ആൽക്കലികൾ, ലവണങ്ങൾ എന്നിവയുമായി പ്രവർത്തനമില്ലാത്തതിനാൽ അത്തരം പദാർത്ഥങ്ങൾ ഗ്ലാസ്സുപാത്രങ്ങളിൽ സൂക്ഷിക്കുന്നു. പദാർത്ഥങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങളും മററും പഠിക്കുന്നതിനുള്ള പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുവാൻ ഗ്ലാസ്സുപാത്രങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നതുമൂലം ഉള്ളിൽ നടക്കുന്ന മാററങ്ങൾ കാണുവാൻ കഴിയുന്നു. കാററു്, മഴ എന്നിവയുടെ ഉപദ്രവം കൂടാതെ വെളിച്ചംമാത്രം കിട്ടുമെന്നുള്ളതിനാൽ വാഹനങ്ങളുടെ വശങ്ങളിലും ജനാലകളിലും മററും ഗ്ലാസ്സുതകിടുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഉപരിതലം വളരെ മിനുസമായിരിക്കുമെന്നുള്ളതിനാൽ ഗ്ലാസ്സുപാത്രങ്ങളെ ശുചിയായി സൂക്ഷിക്കുന്നതിനെളുപ്പമാണു്. പല ആകൃതിയിലും രൂപത്തിലുമുള്ള ഗ്ലാസ്സുകഷണങ്ങളിൽക്കൂടി പ്രകാശം കടന്നു പോകുമ്പോൾ അതിനുണ്ടാകുന്ന മാററങ്ങളെ അടിസ്ഥാനമാക്കി പല യന്ത്രങ്ങളും ഉണ്ടാക്കിയിട്ടുണ്ടു്. (അദ്ധ്യായം 5 നോക്കുക)

നമുക്കു വളരെ അത്യാവശ്യമായ സാധനങ്ങളുടെ കൂട്ടത്തിൽ ഗ്ലാസ്സിനും ഒരു സ്ഥാനമുണ്ടു്.

## പേപ്പർ (Paper).

ആധുനിക ജീവിതത്തിൽ കടലാസ്സ വഹിക്കുന്ന പങ്കു വളരെ പ്രധാനമാണു്. കടലാസ്സ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനു മുൻപു വൃക്ഷങ്ങളുടെ തോലു്, ലോഹത്തകിടുകഠം, കരിങ്കല്ലു്, മാർബിഠം എന്നിവയൊക്കെയാണു് പുരാണങ്ങളും ഇതിഹാസങ്ങളും, ശാസ്ത്രങ്ങളും, നിയമങ്ങളും മററും എഴുതി വയ്ക്കുന്നതിനു് ഉപയോഗിച്ചിരുന്നതു്. അത്തരം പദാർത്ഥങ്ങളുടെ ഭാരക്കൂടുതലും, അവയിൽ രേഖപ്പെടുത്തുന്നതിനുള്ള വൈഷമ്യങ്ങളും കാരണം അവ അപൂർവ്വസാധനങ്ങളായി സൂക്ഷിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. അതിനാൽ അവയിൽ രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള കാര്യങ്ങഠം വളരെ കുറച്ചുപേർക്കു മാത്രമേ അറിയുവാൻ കഴിഞ്ഞിരുന്നുള്ളു. എന്നാൽ കടലാസ്സ കണ്ടുപിടിച്ചതോടുകൂടി ആ വിഷമങ്ങഠം കുറെയൊക്കെ പരിഹരിക്കപ്പെട്ടു. അച്ചടിവിദ്യകൂടി കണ്ടുപിടിച്ചപ്പോഠം കടലാസിൻെറ പ്രാധാന്യവും പ്രചാരവും വളരെയധികം വദ്ധിച്ചു. ഇന്നു നാം കാണുന്ന പരിഷ്ക്കാരത്തിനും പുരോഗമനത്തിനും ഏററവും കൂടുതൽ സഹായിച്ചിട്ടുള്ള കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളിലൊന്നാണു കടലാസ്സ നിമ്മാണം.

അധികം കട്ടപ്പമില്ലാത്ത തടികഠം, ഈററ, മുളചിലഇനം പുല്ലുകഠം, വയ്ക്കോൽ, ചാക്കു്, ഇത്യാദി പല സാധനങ്ങളും ഉപയോഗിച്ചു കടലാസ്സ നിമ്മിക്കുന്നുണ്ടു്.

മുൻപറഞ്ഞ പദാർത്ഥങ്ങഠം ചെറുകഷണങ്ങളാക്കി മുറിച്ചു കഴുകി ശുദ്ധിയാക്കിയശേഷം ചില രാസവസ്തുക്കളും ചേർത്തു തിളപ്പിച്ചു, യന്ത്രങ്ങളിലിട്ടു് അരച്ചു് ഒരു തരം കുഴമ്പുരൂപത്തിലുള്ള പദാർത്ഥം ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇതിനെ പഠംപ്പു് (Pulp) എന്നു പറയും. പഠംപ്പിൻെറ സ്വാഭാവികമായനിറം മാററിയശേഷം, ആവശ്യമായ നിറങ്ങളും മററും ചേർത്തു ലോലമായ തകിടുകളാക്കി, ഉണക്കിയെടുക്കുന്നതാണു പേപ്പർ.

നേരിയ കമ്പിവലകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ ഒരു ചട്ടത്തിൽ പറ്റം ആവശ്യമായ കനത്തിൽ പരത്തിയശേഷം ഇളക്കിയെടുത്തു്, ഉരുളകൾകൊണ്ടമത്തി ജലാംശം മാററുകയും മിനുസം വരുത്തുകയും ചെയ്താണു് പേപ്പർ നിമ്മിക്കുന്നതു്. മുൻപറഞ്ഞ പ്രവൎത്തനങ്ങളും യന്ത്രംമൂലമെനയാണു ചെയ്യുന്നതു്. യന്ത്രസഹായം കൂടാതെയും വളരെ ചെറിയ തോതിൽ പേപ്പർ നിമ്മിക്കപ്പെടുന്നുണ്ടു്. ഇങ്ങനെയുണ്ടാക്കുന്ന പേപ്പറിൽ അനേകം സുഷിരങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ സുഷിരങ്ങളിൽക്കൂടി മഷി വ്യാപിക്കുമെന്നുള്ളതിനാൽ ഇത്തരം പേപ്പർ എഴുതുവാൻ പററിയതല്ല. കളിമണ്ണു്, ജിപ്സം എന്നിവകൂടി ചേർത്താണു് എഴുതുവാനുപയോഗിക്കുന്ന കടലാസു നിമ്മിക്കുന്നതു്.

## ഇരുമ്പു് (Iron).

ഇരുമ്പു്, ചെമ്പു്, അലുമിനിയം, ഈയം, വെള്ളി സ്വൎണ്ണം എന്നിവ നമുക്കു സുപരിചിതങ്ങളാണു്. ഇവയെല്ലാം പൊതുവെ ലോഹങ്ങൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഭൂമിയിൽക്കാണുന്ന എല്ലാ വസ്തുക്കളും ആകെ 92 പദാർത്ഥങ്ങൾ കൊണ്ടാണുണ്ടാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതു്. ഇവയെ എലിമെൻ്റ്സ് (elements) എന്നു പറയും. * ലോഹങ്ങളെല്ലാം എലിമെൻറുകളാണു്. ആകെയുള്ള എലിമെൻറുകളിൽ ലോഹങ്ങൾ ഒരു പ്രധാന ഭാഗമാണു്. ഇവയെക്കൂടാതെ കാർബൺ, സൾഫർ, ഫാസ്ഫറസ്സ് മുതലായ അലോഹങ്ങളും ഓക്സിജൻ, നൈട്രജൻ, ഹൈഡ്രജൻ തുടങ്ങിയ വാതകങ്ങളും എലിമെൻറുകളുടെ കൂട്ടത്തിൽപ്പെടുന്നു. ഈ എലിമെൻറുകൾ പരസ്പരം പലപ്രകാരത്തിൽ കൂട്ടിച്ചേർന്നു് ഉണ്ടായിട്ടുള്ളതാണു് ഈ പ്രപഞ്ചം മുഴുവനും.

---

* ഇവയ്ക്കു പുറമെ പത്തോളം എലിമെൻറുകൾ 1940-നു ശേഷം കൃത്രിമമായി നിമ്മിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്.

ഭൂമിയിൽ ഏററവും കൂടുതൽ കാണപ്പെടുന്ന ലോഹം അലുമിനിയമാണ്. രണ്ടാം സ്ഥാനം മാത്രമേ ഇരുമ്പിനുള്ളു. എങ്കിലും മനുഷ്യന് ആദ്യം പരിചിതമായ ലോഹം ഇരുമ്പാണ്. അലുമിനിയം മററു പദാർത്ഥങ്ങളോടു യോജിച്ച രൂപത്തിലല്ലാതെ സ്വതന്ത്രരൂപത്തിൽ കാണപ്പെടാത്തതുകൊണ്ട്, അതിനെ വേർതിരിച്ചെടുക്കുവാനും അതിൻെറ ഉപയോഗം മനസ്സിലാക്കുവാനും ഏകദേശം ഒരു നൂറു കൊല്ലങ്ങാം മുൻപ് മാത്രമേ സാധിച്ചുള്ളു. എന്നാൽ ഇരുമ്പു പലപ്പോഴും ശുദ്ധമായ രൂപത്തിൽ തന്നെ കാണപ്പെട്ടിരുന്നതിനാൽ അനേകായിരം കൊല്ലങ്ങാംക്കു മുൻപു മുതൽക്കെ മനുഷ്യൻ അതിനെ ഉപയോഗിച്ചു തുടങ്ങിയിരുന്നു.

അലുമിനിയത്തെപ്പോലെ ഇരുമ്പും ഓക്സിജനുമായി യോജിച്ച രൂപത്തിലാണ് അധികം കാണപ്പെടുന്നതു്. ലോഹങ്ങാം മററു പദാർത്ഥങ്ങളുമായിചേർന്നു കാണപ്പെടുമ്പോഠം അവയെ അയിരു (ore) എന്നും പറയുന്നു. ഇരുമ്പിനു് രണ്ടുതരം അയിരുകളുണ്ടു്.

ഏകദേശം 3500 കൊല്ലങ്ങാംക്കുമുൻപു് ഏഷ്യാ മൈനറിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന ഒരു വർഗ്ഗക്കാരാണ് ഇരുമ്പയിരുകളിൽ നിന്നും ഇരുമ്പു വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നവിദ്യ കണ്ടുപിടിച്ചതു്. ഈ അയിരുകളെ വിറകുകരിചേർത്തു ചൂളകളിൽഇട്ടു ചുട്ടുപഴുപ്പിച്ചാൽ ഇരുമ്പു കിട്ടുമെന്ന് അവർ കണ്ടുപിടിച്ചു.

ഇരുമ്പു സാധാരണയായി മൂന്നു രൂപത്തിൽ ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നു. വാർപ്പിരുമ്പ്, പച്ചിരുമ്പ്, ഉരുക്കു് എന്നിവയാണീരൂപങ്ങാം.

ഓറിൽനിന്നു് ശുദ്ധിചെയ്യെടുക്കുന്ന ഇരിമ്പിൽ നാലു ശതമാനത്തോളം കാർബൺ ഉണ്ടായിരിക്കും. ഇതിനെ പിഗ്അയേൺ (Pig iron) അല്ലെങ്കിൽ കാസ്ററ് അയേൺ (Cast iron) എന്നു പറയും. ഇതാണു്

വാപ്പിരുമ്പ്. ചീനച്ചട്ടി മുതലായ പാത്രങ്ങഠം യന്ത്രഭാഗങ്ങഠം, കുഴലുകഠം, പൂളകഠം എന്നിവ കാസ്ററ് അയേൺകൊണ്ടു നിമ്മിക്കപ്പെടുന്നു. ഇതിനു വളരെ കാഠിന്യമുണ്ട്. ഉന്നതോഷ്മാവ് താങ്ങുവാനുള്ള കഴിവുമുണ്ട്. പക്ഷെ എളുപ്പത്തിൽ പൊട്ടിപ്പോകും. തകിടുകളായിട്ടു അടിച്ചുപരത്താനോ കമ്പികളാക്കി നീട്ടാനോ ഇതു പററിയതുമല്ല.

കാസ്ററ് അയേണിനെ വീണ്ടും ചൂടുപിടിപ്പിച്ച് അതിലുള്ള കാർബൺ അംശം തീരെ കുറച്ചിട്ടാണ് പച്ചിരുമ്പ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന സാഫ്ററ് അയേൺ (Soft iron) നിമ്മിക്കപ്പെടുന്നതു്. ഇരുമ്പിൻെറ ഏററവും ശുദ്ധമായ രൂപം ഇതാണ്. ഇതു് എളുപ്പത്തിൽ പൊട്ടിപ്പോവുകയില്ല. ഇതിനെ ചുട്ടുപഴുപ്പിച്ച് ഏതുരൂപത്തിലുമാക്കിത്തീക്കാം. ആണി, കമ്പി, തകിടുകഠം, കൃഷിയായുധങ്ങഠം, ചങ്ങല തുടങ്ങി അനേകതരം സാധനങ്ങഠം സാഫ്ററ് അയേൺ ഉപയോഗിച്ചുണ്ടാക്കുന്നു. ഏററവും കൂടുതൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നതു് ഇത്തരം ഇരുമ്പാണ്.

പച്ചിരുമ്പിനേക്കാഠം കൂടിയ അളവിൽ കാർബൺ കലത്തി ഉണ്ടാക്കുന്നതാണ് ഉരുക്ക്. എന്നാൽ ഇതിൽ വാപ്പിരുമ്പിലുള്ളിടത്തോളം കാർബൺ ഉണ്ടായിരിക്കയുമില്ല. ഉരുക്കുതന്നെ സാധാരണ രണ്ടു തരത്തിലുണ്ട്. കടുപ്പം കൂടിയതും കടുപ്പം കുറഞ്ഞതും. സ്പ്രിംഗ്, ഉളി, വാഠം തുടങ്ങിയവ കടുപ്പം കൂടിയ ഉരുക്കുകൊണ്ടും ചിലയിനം കമ്പികഠം, തകിടുകഠം മുതലായവ കടുപ്പം കുറഞ്ഞ ഉരുക്കുകൊണ്ടും നിമ്മിക്കുന്നു. വലിയപാലങ്ങഠം, റെയിൽപാളങ്ങഠം, യുദ്ധക്കപ്പലുകഠം, പലതരം ആയുധങ്ങഠം, ബ്ലേഡുകഠം എന്നിങ്ങനെ കടുപ്പവും ബലവും പല അളവിൽ ആവശ്യമുള്ള പലമാതിരി സാധനങ്ങഠം നിമ്മിക്കുന്നതിനു പററിയതരത്തിലുള്ള പലയിനം ഉരുക്കുകളുണ്ടാക്കപ്പെടുന്നു.

ഇരുമ്പുകൊണ്ടുണ്ടാക്കപ്പെടുന്ന ഉപകരണങ്ങളുടെ വൈവിദ്ധ്യം ആലോചിച്ചാൽ, മനുഷ്യരാശിയുടെ പുരോഗമനത്തിനു് അതു എന്തുമാത്രം സഹായിച്ചിട്ടുണ്ടെന്നു മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണു്. ഇരുമ്പുഖനികളും ഇരുമ്പിനെ സംസ്കരിച്ചെടുക്കാനുതകുന്ന കൽക്കരി കിട്ടുന്ന ഖനികളും ധാരാളമുള്ള രാഷ്ട്രങ്ങളാണു് ഏററവും കൂടുതൽ പുരോഗമനം നേടിയിട്ടുള്ളവ.

———

# അദ്ധ്യായം 5

# പ്രകാശം

## പാഠം 1

കണ്ണിൽനിന്നു പുറത്തേയ്ക്കു പ്രവഹിക്കുന്ന ഒരു ശക്തിവിശേഷംകൊണ്ടാണ് പദാർത്ഥങ്ങളെ നാം കാണുന്നതെന്നു ഒരു കാലത്തു് മനുഷ്യർ വിശ്വസിച്ചിരുന്നു. എന്നാൽ പദാർത്ഥങ്ങളിൽനിന്നും പുറപ്പെടുന്ന പ്രകാശം കണ്ണിനുള്ളിലേക്കു കടക്കുന്നതുമൂലമാണു് അവയെ നാം കാണുന്നതെന്നു് ഇപ്പോഴം തെളിയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. പ്രകാശത്തിൻെറ അഭാവത്തിൽ, അതായതു് ഇരുട്ടിൽ ഒരു വസ്തുവും കാണുവാൻ കഴിയാത്തതിനു കാരണമിതാണു്.

ഇരുട്ടത്തു് ഒരു ദീപം കത്തിച്ചുവച്ചാൽ ചുററുമുള്ള പദാർത്ഥങ്ങളെയെല്ലാം കാണാം. ദീപത്തിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന പ്രകാശരശ്മികൾ എല്ലാ പദാർത്ഥങ്ങളിലും തട്ടി പ്രതിഫലിച്ചു കണ്ണിൽ പ്രവേശിക്കുന്നതുമൂലമാണു് നമുക്കവയെ കാണുവാൻ കഴിയുന്നതു്. ദീപത്തിൽനിന്നു നേരിട്ടു പ്രകാശരശ്മികൾ കണ്ണിൽ പ്രവേശിക്കുന്നതിനാൽ ദീപത്തെയും കാണാം. ദീപം കൂടുതൽ പ്രകാശമുള്ളതായും ചുററുമുള്ള പദാർത്ഥങ്ങൾ അത്രത്തോളം പ്രകാശമില്ലാത്തതായുമാണല്ലോ കാണുക.

പ്രകാശം വസ്തുക്കളിൽ പതിക്കുമ്പോൾ അതിൽ ഒരു ഭാഗം സ്വീകരിച്ചിട്ടു് ബാക്കിയുള്ള രശ്മികളെ പ്രതിഫലിപ്പിക്കുന്നു. എല്ലാ വസ്തുക്കളും ഒരേ അളവിലും രീതിയിലുമല്ല പ്രകാശത്തെ സ്വീകരിക്കുകയും പ്രതിഫലിപ്പിക്കുകയും മററും ചെയ്യുന്നതു്. ചില വസ്തുക്കൾ പ്രകാശത്തെ സ്വീകരിക്കുകയൊ പ്രതിഫലിപ്പിക്കുകയോ ചെയ്യാതെ അവയിൽക്കൂടി കടന്നുപോകുവാനനുവദിക്കുന്നുണ്ടു്

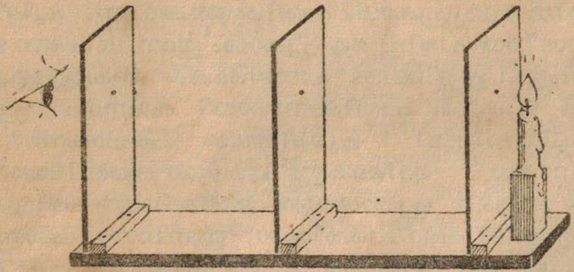
പ്രകാശത്തെ ഒട്ടുംതന്നെ പ്രതിഫലിപ്പിക്കാതെ മുഴുവൻ പ്രകാശത്തെയും കടത്തിവിടുന്ന പദാൎത്ഥങ്ങളെ നമുക്കു കാണാൻ സാധിക്കുന്നില്ല. കാരണമെന്തു് ?

ഒരു കണ്ണാടി (Mirror) പുറത്തുകൊണ്ടുപോയി അതിൽ സൂര്യപ്രകാശം പതിക്കത്തക്കവണ്ണം പിടിക്കുക. കണ്ണാടിയെ ചരിച്ച് ആ പ്രകാശം തുറന്നിരിക്കുന്ന ജനാലയിൽക്കൂടി ഉള്ളിലേക്കു പായിക്കുക. അകത്തുള്ള ഭിത്തിയിൽ പ്രകാശം പതിക്കുന്നതായി കാണാം. പ്രകാശം ജനാലയിൽക്കൂടി ചുമരിലേക്കു പോകുന്ന പാത കാണാമോ ? മുറിക്കകത്തു പുകയോ പൊടിയോ ഉണ്ടെങ്കിൽ മാത്രമെ പ്രകാശത്തെ കാണുവാൻ കഴിയൂ. ഒരു പാത്രത്തിൽ കുറെ ചകരിയോ, തുണിയോ, ചാമ്പ്രാണിക്കട്ടയോ ഇട്ടു പുകയ്ക്കുക. മുറിക്കുള്ളിൽ പുക പരന്നു കഴിയുമ്പോൾ പ്രകാശം സഞ്ചരിക്കുന്ന പാത തെളിഞ്ഞു കാണാം. ഈ പാത എങ്ങനെയുള്ളതാണെന്നു നോക്കുക. കണ്ണാടി മുതൽ ഭിത്തിവരെ നേരെ ഋജുവായ പാതയിൽക്കൂടി പ്രകാശം പോകുന്നതായി കാണാം.

ഒരു ടാർച്ചുലൈററു കത്തിച്ചു ചുമരിലേക്കടിക്കുക. ചുമരിൽ പ്രകാശം പതിക്കുന്നു. പോകുന്ന വഴി കാണാമോ ? പാടില്ലെങ്കിൽ മുൻപറഞ്ഞപ്രകാരം ചെയ്യുക. അല്ലെങ്കിൽ ചോക്കുപൊടി ധാരാളമുള്ള ഒരു ഡസ്റ്റർ ടാർച്ചിനും ചുമരിനും ഇടയ്ക്കുവച്ചു കുടയുക. പ്രകാശത്തിൻെറ പാത ശ്രദ്ധിക്കുക.

ഇനി ഒരു പരീക്ഷണംകൂടി നോക്കാം. ഒരേ വലിപ്പത്തിലുള്ള മൂന്നു കാഡ്ബോഡ് കഷണങ്ങൾ (കമുകിൻ പാളയോ, പനയോലയോ, തകരക്കഷണമോ, ഏതുമാകാം) എടുത്തു ഓരോന്നിൻെറയും ഒരററം ഒരു ചെറിയ മരക്കഷണത്തോടുചേൎത്തു ആണി വയ്ക്കുക. കാഡു നേരെ നിൽക്കുന്നതിനു വേണ്ടിയാണു് ഇങ്ങനെ ചെയ്യുന്നതു്. ഇവയിലെല്ലാം താഴെനിന്നു് ഒരേ പൊക്കത്തിൽ

ഓരോ ദ്വാരം ഇടുക. ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നവിധം ഒരു മെഴുകുതിരി കത്തിച്ചു വച്ചിട്ട് കാഡ്ഡുകൾ ഒരേ വരിയിൽ വച്ച് മറേറവശത്തുനിന്ന് നോക്കുക. മൂന്നു കാഡിലെയും ദ്വാരങ്ങൾ ഒരേ വരിയിൽ ആയിരിക്കു



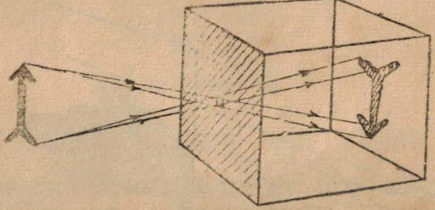
ചിത്രം 54. പ്രകാശം ഋജുരേഖയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നു കാണിക്കുന്നു.

മ്പോൾമാത്രം മെഴുകുതിരി കാണാം. ഏതെങ്കിലും ഒരു കാഡിനെ നേർവരയിൽനിന്നു മാററിയാൽ പ്രകാശം മറയുന്നു.

പ്രകാശം ഋജുരേഖയിൽ മാത്രമെ സഞ്ചരിക്കുന്നുള്ളു വെന്ന് ഈ പരീക്ഷണം തെളിയിക്കുന്നു. പ്രകാശം വളഞ്ഞുസഞ്ചരിക്കുമായിരുന്നെങ്കിൽ ഒരു വളവിനപ്പുറത്തുള്ള ആളുകളെയോ സാധനങ്ങളെയോ കാണാമായിരുന്നു.

പ്രകാശത്തിൻെറ ഈ സ്വഭാവം അടിസ്ഥാനമാക്കി ഉണ്ടാക്കിയിട്ടുള്ള ഒരു ഉപകരണമാണ് സുഷിര ക്യാമറ. മരംകൊണ്ടോ കാഡ്ബോഡ് കൊണ്ടോ ഉണ്ടാക്കിയിട്ടുള്ള ഒരു ചോക്കുപെട്ടിയുടെ ചെറിയ വശങ്ങളിൽ ഒന്നിനെ മാററിയിട്ടു അവിടെ എണ്ണ പുരട്ടിയ ഒരു കടലാസ്സുകഷണംകൊണ്ടടയ്ക്കുക. അതിൻെറ എതിർ

വശത്തു മദ്ധ്യത്തായി ഒരു ചെറിയ സുഷിരവും ഇടണം. (നിങ്ങളുടെ ഇൻസ്ട്രുമെൻറുബോക്സിലെ കോമ്പസസ്സിൻെറ മുന കൊണ്ടുള്ള സുഷിരം മതിയാവും). ഇനി, സുഷിരമുള്ള വശം ദൂരെയുള്ള വസ്തുക്കൾക്ക് അഭിമുഖമായി പിടിച്ചിട്ട



ചിത്രം 55. സുഷിരക്യാമറ.

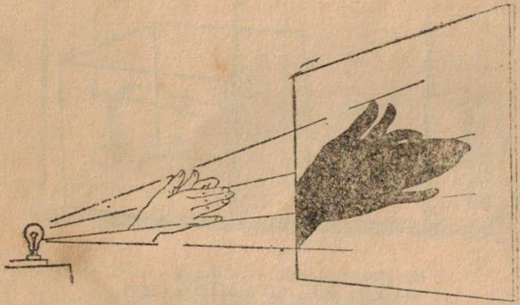
കടലാസ്സിൽ നോക്കിയാൽ ആ വസ്തുക്കളുടെ ഒരു ചെറിയ രൂപം തലകീഴായി അതിൽ കാണാം. പ്രകാശം ഋജു വായി സഞ്ചരിക്കുന്നതിനാലാണ് ഇങ്ങനെ കാണുന്ന തെന്നു ചിത്രത്തിൽനിന്നു മനസ്സിലാക്കാം.

വെളിച്ചമുള്ളിടത്തെല്ലാം കാണുന്ന ഒന്നാണല്ലോ നിഴൽ. നിങ്ങളുടെ നിഴൽ. നിങ്ങൾക്കു മുന്നിലോ പിറകിലോ വശത്തോകൂടി നിങ്ങൾക്കൊപ്പം സഞ്ചരി ക്കുന്നുണ്ടാവും. രാവിലെ വളരെ നീളത്തിൽ കാണുന്ന നിഴൽ ക്രമേണ ചെറുതായി ചെറുതായി നട്ടുച്ചയ്ക്കു മിക്കവാറും ഇല്ലാതാവുകയും പിന്നീടു ഉച്ചയ്ക്കുമേൽ ക്രമേണ വളൎന്നു വളൎന്നു വൈകുന്നേരമാവുമ്പോൾ വളരെ നീളത്തിലാവുകയും ചെയ്യുന്നതു് ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടുണ്ടായിരി ക്കുമല്ലോ.

പ്രകാശത്തിൻെറ ഋജുഗതിക്കും നിഴലിനും തമ്മിൽ വല്ല ബന്ധവുമുണ്ടോ? പ്രകാശരശ്മികൾ നിങ്ങളുടെ

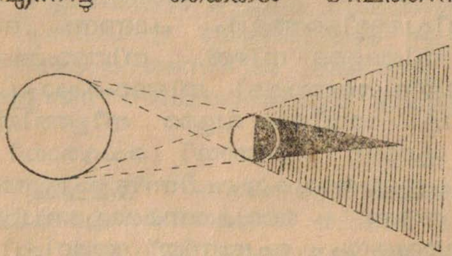
വശങ്ങളിൽക്കൂടി മറുവശത്തെത്തുമെങ്കിൽ നിഴലുകരം ഉണ്ടാകുമായിരുന്നോ ?

രാത്രി വിളക്കിനു മുന്നിൽ കൈകരം പല മാതിരി ചേർത്തുവച്ചു ചുമരിൽ പല രൂപത്തിലുള്ള നിഴലുകരം



ചിത്രം 56.

വീഴിക്കുന്നതു് രസമാണല്ലേ? ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നവിധം ഒരു പട്ടിയുടെ രൂപം ഭിത്തിയിൽ വീഴിക്കുക. എന്നിട്ടു് കൈകരം ദീപത്തിനടുത്തേയ്ക്കും



ചിത്രം 57.

അകലേയ്ക്കും മാററി നോക്കുക. കൈകരം ദീപത്തിനടുത്തേയ്ക്കു നീങ്ങുന്തോറും നിഴലിൻെറ വലിപ്പം കൂടുന്നു. അതുപോലെ തന്നെ, പ്രകാശം പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന വസ്തു

വളരെ വലുതും, പ്രകാശത്തെ തടയുന്ന വസ്തു വളരെ ചെറുതുമാണെങ്കിൽ നിഴൽ ചെറുതായിരിക്കും. നേരെ മറിച്ചാണെങ്കിൽ നിഴൽ വലിപ്പംകൂടിയതുമായിരിക്കും. പ്രകാശത്തിൻെറ ഋജുഗതിക്കും നിഴലിൻെറ വലിപ്പ വ്യത്യാസങ്ങൾക്കും തമ്മിൽ വല്ല ബന്ധവുമുണ്ടോ? ഉണ്ടെന്നല്ലേ ചിത്രങ്ങൾ തെളിയിക്കുന്നതു്?

## പാഠം 2

### നിലക്കണ്ണാടിയിലെ പ്രതിഫലനം

നിലക്കണ്ണാടിയുടെ മുന്നിൽനിന്നുകൊണ്ടു വലതു കൈ പൊക്കിയാൽ കണ്ണാടിയിൽ കാണുന്ന രൂപം ഇടതു കൈ പൊക്കുന്നതായി കാണും. നിങ്ങളുടെ ഇടത്തേപോക്കററിലെ പേന പ്രതിബിംബത്തിൻെറ വലത്തേപോക്കററിലായിരിക്കും. എന്താണിങ്ങനെ കാണാൻ കാരണം?

ഭിത്തിക്കു നേരേനിന്നു നോക്കിയിട്ടു അവിടെ രൂപമൊന്നും കാണുന്നില്ലല്ലോ. * കണ്ണാടിയിൽമാത്രം കാണുന്നതെന്താണു്? ഇതിനുത്തരം കണ്ടിട്ടുവേണം വസ്തുവിൻെറ വലതുവശം കണ്ണാടിയിൽ ഇടതുവശമായി കാണുന്നതും മററും പരിശോധിക്കാൻ

പദാർത്ഥങ്ങളെ നാം കാണുന്നതു് അവയിൽനിന്നും പ്രകാശം നമ്മുടെ കണ്ണുകളിൽ എത്തുന്നതിനാലാണെന്നും എല്ലാ വസ്തുക്കളും പ്രകാശത്തെ ഒരേ അളവിലും രീതിയി

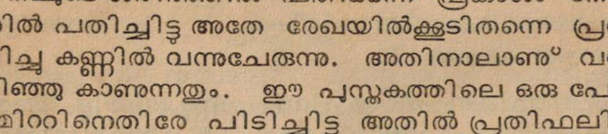
---

* [സാധാരണ ഗ്ലാസ്സിനേയും, നിലക്കണ്ണാടിയേയും എല്ലാം സാധാരണ ഭാഷയിൽ കണ്ണാടി എന്നു പറഞ്ഞുവരുന്നതിനാൽ ഈ പാഠത്തിലും അടുത്ത പാഠങ്ങളിലും ഇവ തമ്മിൽ തെററിദ്ധരിക്കപ്പെടാൻ ഇടയുണ്ടു്. അതിനാൽ ഇനിമേലിൽ അവ യഥാക്രമം ഗ്ലാസ്സ് (Glass), മിറർ (Mirror) എന്നീ വാക്കുകളാൽ മാത്രം സൂചിപ്പിക്കുന്നതാണു്.]

ലുമല്ല പ്രതിഫലിപ്പിക്കുന്നതെന്നും മുൻ പാഠത്തിൽ പ്രസ്താവിച്ചുവല്ലോ. ഭിത്തിയും മിററും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസവും മുൻപറഞ്ഞതുതന്നെ. ഭിത്തി വെള്ള പൂശിയതാണെങ്കിൽ അതിൽ പതിക്കുന്ന മിക്കവാറും എല്ലാ രശ്മികളും പ്രതിഫലിപ്പിക്കപ്പെടുമെങ്കിലും അവ പല ഭാഗത്തേക്കും ചിന്നിച്ചിതറിപ്പോകും. അതിന്റെ ഉപരിതലം നല്ല മിനുസമുള്ളതല്ലാത്തതിനാലാണ് ഇങ്ങനെ സംഭവിക്കുന്നത്. എന്നാൽ മിററിന്റെപിന്നിൽ അതിലോലമായ ഒരു വെള്ളിത്തകിട് പററിച്ചിട്ടുണ്ട്. അതിന്റെ ഉപരിതലം ഒരേ നിരപ്പിൽ വളരെ മിനുസമായിരിക്കത്തക്കവണ്ണം ഒരു പ്രത്യേക രീതിയിൽ പിടിപ്പിച്ചിരിക്കുകയാണ്. അതിനാൽ ഗ്ലാസ്സിൽക്കൂടി പ്രകാശം കടന്നു മിനുസമായ തലത്തിലെത്തിയിട്ടു യാതൊരു കുറവും ഉണ്ടാകാതെ തിരിച്ചു പ്രതിഫലിക്കുന്നു.

നമ്മുടെ ശരീരത്തിൽ പതിക്കുന്ന പ്രകാശം നേരെ മിററിൽ പതിച്ചിട്ടു അതേ രേഖയിൽക്കൂടിതന്നെ പ്രതിഫലിച്ചു കണ്ണിൽ വന്നുചേരുന്നു. അതിനാലാണ് വശം തിരിഞ്ഞു കാണുന്നതും. ഈ പുസ്തകത്തിലെ ഒരു പേജ് ഒരു മിററിനെതിരേ പിടിച്ചിട്ടു അതിൽ പ്രതിഫലിച്ചു കാണുന്ന വാചകങ്ങൾ വായിച്ചു നോക്കുക. അക്ഷരങ്ങളെല്ലാം വശം തിരിഞ്ഞു കാണുന്നതിനാൽ അവയൊന്നും വായിക്കുവാൻ സാധിക്കുന്നില്ല.

ഇനി ഇതിനു താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന വാചകങ്ങൾ ഒരു മിറർ ഉപയോഗിച്ച് വായിച്ചു നോക്കുക.



ചിത്രം 58

മിററിനെ ഈ പേജിൻെറ വലതു വശത്തു ലംബമായി പിടിച്ചിട്ട അതിൽ കാണുന്ന പ്രതിബിംബം വായിക്കുക.

നാം നമ്മുടെ പ്രതിബിംബം മിററിൽ കാണുന്നതു് വശംതിരിഞ്ഞിട്ടാണല്ലോ. അപ്പോാം മിററിൽ നാം കാണുന്ന നമ്മുടെ രൂപവും മററുള്ളവർ നമ്മെ നേരിട്ട നോക്കുമ്പോാം അവർ കാണുന്ന രൂപവും തമ്മിൽ വലിയ വ്യത്യാസമാണുള്ളതു്.

ഇനി മിററിനു് മുൻ വശത്തുനിന്നുകൊണ്ടു് അതിനടുത്തേയ്ക്കു നടക്കുക. മിററിലെ പ്രതിബിംബം നിങ്ങളോടടുത്തു വരുന്നു. നിങ്ങാം പുറകിലോട്ട നടക്കുക. പ്രതിബിംബവും പുറകിലോട്ട പോകുന്നു. അതായതു് നിങ്ങാം മിററിൽനിന്നു എത്രമാത്രം മുന്നിലാണോ അത്രയും പുറകിലായിരിക്കും പ്രതിബിംബത്തിൻെറ സ്ഥാനം.

ചില ഹോട്ടലുകളിലും മററും ഇരുവശത്തുള്ള ഭിത്തികളിലും വലിയ മിററുകാം വച്ചിരിക്കുന്നതു നിങ്ങളിൽ ചിലർ കണ്ടിരിക്കും. മിററിൻെറ മുൻ വശത്തുള്ള ഹാളിൻെറ അത്രയും വലിപ്പത്തിലുള്ള ഹാളുകാം ഭിത്തിയുടെ സ്ഥാനം മുതൽ ഇരുവശങ്ങളിലോട്ടും ഉണ്ടെന്നു് തോന്നുവാൻ ഈ മിററുകാം സഹായിക്കും.

ഉപരിതലം മിനുസമാണെന്നതുപോലെ പരന്നതുമാണു് സാധാരണ മിറർ. ഇനി ഉപരിതലത്തിൻെറ മദ്ധ്യഭാഗം മുകളിലോട്ട തള്ളിയതും, മദ്ധ്യഭാഗം താഴോട്ട കുഴിഞ്ഞതുമായ മിററുകളുമുണ്ടു്. മദ്ധ്യഭാഗം മുകളിലോട്ട തള്ളിയ മിററിനെ കോൺവെക്സു് മിറർ (Convex mirror) എന്നും മദ്ധ്യഭാഗം കുഴിഞ്ഞതിനെ കോൺകേവ്‌ മിറർ (Concave mirror) എന്നും പറയും. ഇത്തരം മിററുകളിൽ ഉണ്ടാവുന്ന പ്രതിബിംബം സാധാരണ മിററിൽ ഉണ്ടാകുന്നതിൽനിന്നും വളരെ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കും.

കോൺകേവ് മിറർ പദാർത്ഥങ്ങളെ വളരെ വലുതാക്കി കാണിക്കും. കോൺവെക്സ് മിറർ അവയെ വളരെ ചെറുതാക്കിക്കാണിക്കും. ഇതാണ് ഇവ തമ്മിലുള്ള പ്രധാന വ്യത്യാസം. ഈ കാരണങ്ങളാൽ ഡാക്ടർ, ഡെൻറിസ്‌റ്റ്, വാനശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ എന്നിവർ കോൺകേവ് മിറർ ഉപയോഗിക്കുന്നു. കോൺവെക്സ് മിറർ കാറുകളിലും ട്രക്കുകളിലും മററും വലതു വശത്തു വച്ചിരിക്കും. അതിൽ നോക്കിയാൽ പിന്നിലുള്ള വാഹനങ്ങളെയും മററും നേരെ കാണുമെന്നുള്ളതിനാൽ വാഹനം ഓടിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ ഡ്രൈവർ തലതിരിച്ചു നോക്കേണ്ട ആവശ്യം ഉണ്ടാകുന്നില്ല.

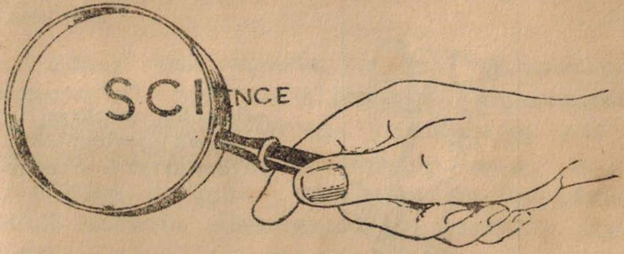
## പാഠം 3

### കോൺവെക്സ് ലെൻസ് (Convex lens)

പ്രായമായ ആളുകൾ വായിക്കുവാനും മററും ഉപയോഗിക്കുന്ന കണ്ണട എല്ലാവരും കണ്ടിട്ടുള്ളതാണല്ലോ. അതിൽ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്ന ചില്ലുകൾ ഒരു പ്രത്യേക മാതിരിയുള്ളതാണ്. അതിൻെറ മദ്ധ്യഭാഗം കനം കൂടിയും അരികു കനം കുറഞ്ഞുമിരിക്കും. ഇത്തരം ചില്ലുകളെ കോൺവെക്സ് ലെൻസ് (Convex lens) എന്നാണ് പറയുക.

പ്രായമായവർക്കുള്ള കണ്ണടയിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നതിനുപുറമെ മൈക്രോസ്കോപ്പ് (microscope), ടെലിസ്കോപ്പ് (telescope), ക്യാമറാ (camera), സിനിമാ പ്രൊജക്ടർ (cinema projector) തുടങ്ങി നിരവധി ഉപകരണങ്ങളിൽ കോൺവെക്സ് ലെൻസുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. പല ഉപകരണങ്ങൾക്കും കോൺവെക്സ് ലെൻസുകൾ ഉപയോഗപ്പെടുന്നതെങ്ങനെയെന്നു നോക്കാം.

ഒരു കോൺവെക്സ് ലെൻസ് എടുക്കുക. ലെൻസ് പുസ്തകത്തിന്റെ മുകളിൽ പിടിച്ച് അതിൽക്കൂടി അക്ഷരങ്ങളിൽ നോക്കുക. അക്ഷരങ്ങൾ തെളിഞ്ഞുകാണുന്നില്ലെങ്കിൽ ലെൻസിനെ ഉയർത്തുകയോ താഴ്ത്തുകയോചെയ്ത് ലെൻസും പുസ്തകവും തമ്മിലുള്ള അകലം കൂട്ടുകയോ

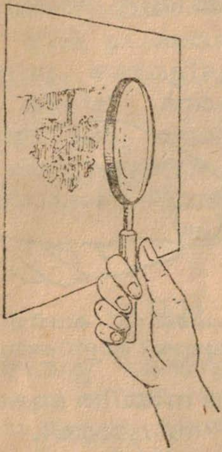



ചിത്രം 59. കോൺവെക്സ് ലെൻസ്
അക്ഷരങ്ങളെ വലുതായി കാണിക്കുന്നു.

കുറയ്ക്കുകയോ ചെയ്യുക. ഒരു നിശ്ചിത അകലത്തിലെത്തുമ്പോൾ അക്ഷരങ്ങൾ സ്ഫുടമായി, വലുതായി ലെൻസിൽക്കൂടി കാണും. ഒരു ഉറുമ്പിനെയോ ഈച്ചയെയോ പിടിച്ച ഒരു കടലാസ്സിൽവച്ചിട്ട ലെൻസിൽക്കൂടി നോക്കുക. അവയുടെ കാലുകളും തലയുമെല്ലാം വലുതായി കാണാം. അപ്പോൾ ഈ ലെൻസിന്ന് ചെറിയ സാധനങ്ങളെ വലുതാക്കിക്കാണിക്കുവാൻ സാധിക്കുമെന്നു ബോദ്ധ്യമായല്ലോ.

ഇനി മറെറാരു പരീക്ഷണം. മുറിയിലെ ഒരു ജനാല ഒഴിച്ച മററു കതകുകളും ജനാലകളും അടയ്ക്കുക. ലെൻസിനെ തുറന്ന ജനാലയ്ക്കെതിരെയുള്ള ഭിത്തിക്കടുത്തു പിടിക്കുക. ഭിത്തിയിൽ ഒന്നും കാണുകയില്ല. സാവധാനത്തിൽ ലെൻസിനെ ഭിത്തിയിൽനിന്നും അകലേയ്ക്കു മാററുക. ലെൻസ് ഭിത്തിയിൽനിന്ന് ഒരു നിശ്ചിത

ദൂരത്തെത്തുമ്പോഠം ഭിത്തിയിൽ ഒരു ചിത്രം തെളിഞ്ഞു കാണാം. ജനാലയ്ക്കു പുറത്തുള്ള വസ്തുക്കളുടെ ഒരു ചെറിയ ചിത്രമാണു് ഭിത്തിയിൽ തലകീഴായി കാണുന്നതെന്നു



ചിത്രം 60. ദൂരെയുള്ള വസ്തുക്കളുടെ പ്രതിബിംബം ഭിത്തിയിൽ പതിക്കുന്നു.

മനസ്സിലാകും. ഇങ്ങനെ, മുന്നിലുള്ള വസ്തുക്കളുടെ സ്ഫുടവും, ചെറുതുമായ ഒരു ചിത്രം ലെൻസിൻെറ പിന്നിൽ ഉണ്ടാകുമെന്നുള്ളതിനാൽ ഇത്തരം ലെൻസിനെ ക്യാമറയിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ചിത്രം 61. ക്യാമറ

ചിത്രം 61 നോക്കുക. ക്യാമറയുടെ മുന്നിൽ ഒരു കോൺവെക്സ് ലെൻസുണ്ട്. പുറകിൽ ഒരു സ്ക്രീനും. ലെൻസും സ്ക്രീനും തമ്മിലുള്ള അകലം കൂട്ടുകയോ കുറയ്ക്കുകയോ ചെയ്യത്തക്കവണ്ണം മടങ്ങുന്ന ഭിത്തികളുള്ള ഒരു പെട്ടിയാണ് ക്യാമറാ. മറെറാരു വശത്തുകൂടിയും പ്രകാശം കടക്കാത്തവിധത്തിലാണു പെട്ടിയുണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നത്.

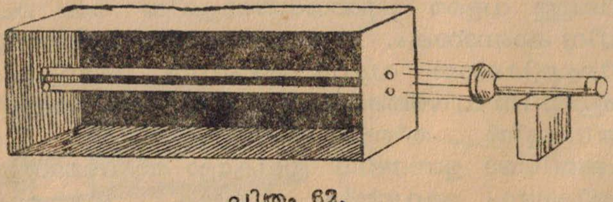
മുൻപ് ഒരു സുഷിര ക്യാമറ ഉണ്ടാക്കിയല്ലോ. അതുമാതിരി ഒരു പെട്ടിയെടുത്ത് സുഷിരത്തിൻെറ സ്ഥാനത്തു ലെൻസിനോളം വലിപ്പമുള്ള ഒരു ദ്വാരമുണ്ടാക്കി ലെൻസിനെ അവിടെ ഉറപ്പിക്കുക. ലെൻസും പുറകിലുള്ള സ്ക്രീനും തമ്മിലുള്ള ദൂരം മുൻപരീക്ഷണത്തിൽ ലെൻസും ഭിത്തിയുമായുള്ള ദൂരംതന്നെ ആയിരിക്കണം. ക്യാമറയെ പല വശത്തേയ്ക്കും തിരിച്ചു സ്ക്രീനിൽ പതിക്കുന്ന ചിത്രങ്ങൾ കാണുക. സ്ക്രീൻ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന വശം ഇരുട്ടായിരുന്നാൽ ചിത്രങ്ങൾ നല്ലവണ്ണം തെളിഞ്ഞുകാണും.

നല്ല പ്രകാശമുള്ള ഒരു ദിവസം താഴെ പറയുന്ന പരീക്ഷണം ചെയ്യുക. സൂര്യപ്രകാശം ലെൻസിൽക്കൂടി നിലത്തു പതിക്കത്തക്കവണ്ണം പിടിക്കുക. നിലവും ലെൻസും തമ്മിലുള്ള ദൂരം മുൻ പരീക്ഷണങ്ങളിലെന്നപോലെ മാററിയാൽ ഒരു നിശ്ചിത അകലത്തിൽവച്ച് നിലത്തു വളരെ പ്രകാശത്തോടുകൂടിയ ഒരു ചെറിയ ബിന്ദു കാണാറാകും. ഈ ബിന്ദുവിൻെറ സ്ഥാനത്തു ഒരു തീപ്പെട്ടിക്കോൽ വച്ചിട്ടു ആ ബിന്ദു മരുന്നു പുരട്ടിയ അഗ്രത്തിൽ വീഴത്തക്കവണ്ണം പിടിക്കുക. അല്പ സമയത്തിനുള്ളിൽ തീപ്പെട്ടിക്കോൽ കത്തുന്നു. അല്പം പഞ്ഞിയോ ഉണങ്ങിയ ഇലകളോ ആ സ്ഥാനത്തുവച്ചു പരീക്ഷണം ആവർത്തിച്ചു നോക്കുക. ഈ ലെൻസ് 'ബേർണിംഗ് ഗ്ലാസ്സ്' (burning glass) എന്ന പേരിനാലും അറിയപ്പെടുന്നുണ്ട്.

മുൻ പരീക്ഷണങ്ങളിലെല്ലാം ഉപയോഗിച്ച ലെൻസ് ഒന്നുതന്നെയാണെങ്കിൽ ചിത്രം തെളിഞ്ഞുകണ്ട സമയത്തു് ഭിത്തി, ക്യാമറയിലെ സ്ക്രീൻ, തീപ്പെട്ടിക്കോൽ എന്നിവയും ലെൻസും തമ്മിലുള്ള അകലം എല്ലാപ്പോഴും ഒന്നുതന്നെയായിരുന്നുവെന്നു ബോദ്ധ്യമാവും. എന്താണു് ഇതിൽനിന്നു് അനുമാനിക്കേണ്ടതു്? പ്രകാശം ലെൻസിൽക്കൂടി കടന്നുപോകുമ്പോൾ മറുവശത്തു ഒരു സ്ഥാനത്തു കേന്ദ്രീകരിക്കുന്നുവെന്നാണോ? അങ്ങിനെയാണെങ്കിൽ പ്രകാശത്തിൻെറ ഋജുഗതിക്കെന്തു സംഭവിക്കുന്നു?

താഴെ വിവരിക്കുന്ന പരീക്ഷണം ചെയ്യുക. ലെൻസിൽക്കൂടി പ്രകാശം കടന്നുപോകുമ്പോൾ എന്തു സംഭവിക്കുന്നുവെന്നു നിങ്ങൾക്കു് കാണാം.

പ്രകാശം എല്ലാ പദാൎത്ഥങ്ങളേയും കാണുവാൻ സഹായിക്കുന്നുവെങ്കിലും പ്രകാശത്തെ കാണുവാൻ കഴിയുകയില്ലെന്നു നേരത്തേതന്നെ മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുണ്ടല്ലോ. പൊടിയോ പുകയോ ഉണ്ടെങ്കിൽ പ്രകാശത്തിൻെറ പാത കാണാം. അതിലേക്കായി ഒരു ചെറിയ പുകപ്പെട്ടി ഉണ്ടാക്കണം. കാഡ്ബോഡുകൊണ്ടോ വീഞ്ഞപ്പലകകൊണ്ടോ നിൎമ്മിച്ചിട്ടുള്ള ഒരു പെട്ടി



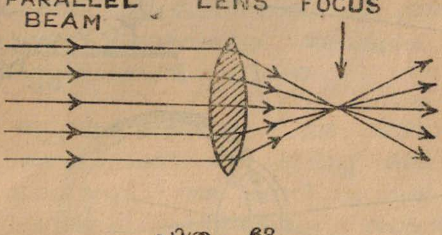
ചിത്രം 62.

ഇതിലേക്കാവശ്യമാണു്. പാല്പൊടി പാസ്സുറവുകൾ അടച്ചുവരുന്ന വലിയ പെട്ടി മതിയാവും. പെട്ടിയുടെ

ഉൾവശം മുഴുവനും കറുത്ത കടലാസ്സ് ഒട്ടിക്കുക. അതിന്റെ നീളം കുറഞ്ഞ വശങ്ങളിലൊന്നിൽ ഒരു ദ്വാരം ഉണ്ടാക്കുക. പെട്ടിക്കുള്ളിൽ ഒരു ചെറു തകരംവച്ച് അതിൽ കുറെ ചകിരിയോ തുണിയോ ഇട്ടു പുകയ്ക്കുക. ഒരു ടോർച്ചിന്റെ പ്രകാശം വശത്തുള്ള ദ്വാരത്തിൽ കൂടി ഉള്ളിൽ കടത്തിവിടുക. പെട്ടി ചെരിച്ചുവച്ചിട്ടു അടപ്പു തുറന്നുവച്ചിരുന്നാൽ ഉള്ളിൽക്കൂടി പ്രകാശം നേരെ സഞ്ചരിച്ചു എതിരെയുള്ള ഭിത്തിയിൽ വീഴുന്നതു കാണാം. ഒരു മിറർ വെയിലത്തുപിടിച്ചു പ്രകാശം ഈ പെട്ടിക്കകത്തു കടത്തുക. എന്തു സംഭവിക്കുന്നു?

പ്രകാശം കടത്തുവാനുള്ള ജനാല മൂന്നു സുഷിരങ്ങൾ ഒന്നിനു മുകളിൽ ഒന്നായി അടുത്തടുത്തു ഇട്ടിട്ടുള്ള ഒരു കാഡ്ബോഡ് കൊണ്ടടയ്ക്കുക. ഈ സുഷിരങ്ങളിൽക്കൂടി പ്രകാശം പുകപ്പെട്ടിക്കകത്തു കടത്തുക. മൂന്നു പ്രകാശരേഖകൾ പെട്ടിക്കകത്തു കാണാം. ഒരു കാൺവെക്സ് ലെൻസ് ഈ രേഖകൾക്കു മദ്ധ്യത്തായി പിടിക്കുക. എന്തു സംഭവിക്കുന്നു?

ലെൻസിന്റെ മദ്ധ്യഭാഗത്തുകൂടി കടന്നുപോകുന്ന പ്രകാശരേഖയ്ക്കു യാതൊരു മാററവും കൂടാതെ നേരെ



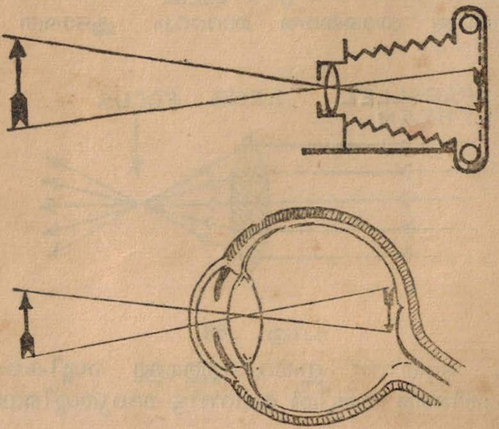

ചിത്രം 68.

പോകുന്നു. അതിന് ഇരുവശത്തുമുള്ള രശ്മികൾ മദ്ധ്യത്തോട്ടു ചരിഞ്ഞു തമ്മിൽ ചേർന്നിട്ടു മദ്ധ്യരശ്മിയെ കടന്നു

വിപരീത വശങ്ങളിലേക്കു പോകുന്നു. (ചിത്രം നോക്കുക). പ്രകാശ രശ്മികൾ ലെൻസിൽക്കൂടി കടന്നു് മറുവശത്തു ഒരു ബിന്ദുവിൽ കേന്ദ്രീകരിക്കുമെന്നു കാണാം. ഈ ബിന്ദുവിനെ ലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ്സ് (focus) എന്നു പറയും. ഫോക്കസിൽ ഒരു സ്ക്രീൻ പിടിച്ചാൽ മറുവശത്തുള്ള വസ്തുക്കളുടെ ഒരു പ്രതിബിംബം തല കീഴായി ലഭിക്കുന്നതെന്തുകൊണ്ടാണെന്നു് ഈ പരീക്ഷണം തെളിയിക്കുന്നു.

മുന്നിലുള്ള വസ്തുവിന്റെ ഏററവും മുകളററത്തുനിന്നു് പുറപ്പെടുന്ന രശ്മി ലെൻസിൽക്കൂടി കടന്നു സ്ക്രീനിന്റെ ചുവട്ടിലും താഴത്തെ അററത്തുള്ള രശ്മി മുകളിലും പതിക്കു മ്പോൾ മററു ഭാഗങ്ങളിൽനിന്നുള്ള രശ്മികളെല്ലാം ഇതിനു രണ്ടിനുമിടയ്ക്കുതന്നെയായിരിക്കും. അതിനാൽ മുന്നിലുള്ള വസ്തുവിന്റെ ഒരു രൂപം തലകീഴായി സ്ക്രീനിൽ പതിക്കുന്നു.

നമ്മുടെ കണ്ണുകൾ രണ്ടു ചെറിയ ക്യാമറകളാണു്. ഗോളാകാരമായ കണ്ണിന്റെ മുൻഭാഗത്തു ഒരു കറുത്ത



ചിത്രം 64. ക്യാമറയും കണ്ണും.

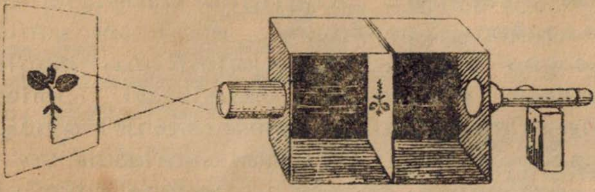
വൃത്തവും അതിന്റെറയും മദ്ധ്യത്തായി കൂടുതൽ കറുത്ത ഒരു ചെറു വൃത്തവും കാണും. ഈ ചെറു വൃത്തത്തെ കൃഷ്ണമണി എന്നും പ്യൂപ്പിൽ (pupil) എന്നും പറയും. ഇതു ഒരു ദ്വാരമാണ്. ഈ ദ്വാരത്തിൽക്കൂടിയാണ് പ്രകാശം ഉള്ളിൽ കടക്കുന്നതു്. പ്യൂപ്പിളിനു തൊട്ടുപുറകിലായി ഒരു കോൺവെക്സ് ലെൻസുണ്ട്. അതിനാൽ മുന്നിലുള്ള വസ്തുക്കളുടെ ഒരു ചെറിയ പ്രതിബിംബം കണ്ണിന്റെ ഉാംവശത്തെ ഭിത്തിയിൽ തലകീഴായി പതിയുന്നു. അവിടെനിന്നും ഈ വിവരം നെർവുകാംവഴി തലച്ചോറി ലെത്തുകയും അതിലെ ഒരു പ്രത്യേക വിഭാഗം ആ വസ്തു ക്കാം എന്താണെന്നും മററുമുള്ള വിവരങ്ങാം മനസ്സിലാക്കു കയും ചെയ്യുന്നു.

എല്ലാ വസ്തുക്കളുടെയും തലകീഴായിട്ടുള്ള ചിത്രമല്ലേ കണ്ണിൽ പതിയുന്നുള്ളു. എങ്ങനെയാണ് അവയൊക്കെ നേരെയാണെന്നു തോന്നുന്നതു്? വസ്തുക്കളെ കാണാൻ തുടങ്ങിയതുമുതൽ എല്ലാം തലകീഴായിട്ടല്ലേ കണ്ടിട്ടുള്ളു. നേരെ കണ്ടിട്ടുള്ളവർക്കല്ലേ തലകീഴായിക്കാണുന്നതു് മനസ്സിലാക്കാൻ വിഷമമുണ്ടാവുകയുള്ളു.

സിനിമാ പ്രൊജക്റ്ററർ, ടെലസ്ക്കോപ്പ് എന്നിവ യിലും കോൺവെക്സ് ലെൻസാണ് ഉപയോഗിച്ചിരി ക്കുന്നതു് എന്നു പറഞ്ഞുവല്ലോ. അവയുടെ പ്രവൎത്തന വിധവും മനസ്സിലാക്കാൻ ശ്രമിക്കാം.

ഒരു പ്രൊജക്റ്ററിന്റെ ഒരു മാഡൽ നമുക്കു ണ്ടാക്കാം. അതിലേക്ക് ഒരു ട്ടാർച്ചു ലൈററും, ഒരു ഫിലിം കഷണവും ഒരു ലെൻസും ഒരു ചെറിയ പെട്ടിയും വേണം. ലെൻസിനെ പെട്ടിയുടെ ഒരു വശത്തു് ക്യാമറയിലെന്നപോലെ ഘടിപ്പിക്കുക. ചിത്ര ത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ വേറൊരു കുഴ ലിന്റെ ഒരഗ്രത്തിൽ ലെൻസു ഘടിപ്പിച്ചിട്ടു കുഴലിന്റെ

സ്വതന്ത്രമായ അഗ്രം പെട്ടിയിലുള്ള ദ്വാരത്തിൽ കടത്തി വയ്ക്കുന്നതാണ് നല്ലതു്. ലെൻസിനെ മുന്നോട്ടും പിന്നോട്ടും ആവശ്യാനുസരണം മാററാൻ ഈ കുഴൽ



ചിത്രം 65, ഒരു പ്രൊജക്ററർ.

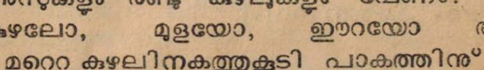
സഹായിക്കും. ലെൻസ് വച്ചിരിക്കുന്നതിൻെറ എതിർ വശത്തും ഒരു ദ്വാരം വേണം. ഇതിൽക്കൂടിയാണ് ടാർച്ചു ലൈററിൻെറ പ്രകാശം ഉള്ളിൽ കടത്തിവിടേണ്ടതു്. പെട്ടിക്കകത്തു് ടാർച്ചു ലൈററിനടുത്തായി ഫിലിം തലകീഴായി പ്രകാശം അതിൽക്കൂടി കടന്നു പോകത്തക്ക വണ്ണം വയ്ക്കണം. പെട്ടിയുടെ അളവിനനുസരിച്ചുള്ള ഒരു കാഡ്ബോഡ് കഷണം വെട്ടിയെടുത്തു് അതിൻെറ മദ്ധ്യത്തു് ഫിലിമിൻെറ അളവിലുള്ള ഒരു ദ്വാരമുണ്ടാക്കി അതിൽ ഫിലിം ഉറപ്പിച്ചു് പെട്ടിയ്ക്കകത്തു് വച്ചാൽ മതിയാവും. ഫിലിം ഇല്ലെങ്കിൽ ഒരു ഗ്രൗണ്ടു് ഗ്ലാസ്സു കഷണത്തിൽ കറുത്ത മഷികൊണ്ടു ഒരു പടം വരച്ചു വച്ചാലും മതി.

ടാർച്ചിൽനിന്നുള്ള പ്രകാശം ഫിലിമിൽ പതിപ്പിക്കുക. പ്രകാശം ഫിലിമിലും ലെൻസിലുംകൂടി കടന്നു ഭിത്തിയിൽ വീഴത്തക്കവണ്ണം പ്രൊജക്ററിനെ ഒരു മേശപ്പുറത്തു വയ്ക്കുക. പ്രൊജക്ററും ഭിത്തിയും തമ്മിലുള്ള അകലം വ്യത്യാസപ്പെടുത്തി ഭിത്തിയിൽ ഒരു തെളിഞ്ഞ ചിത്രം പതിയാനനുവദിക്കുക. ചിത്രം

നല്ലവണ്ണം തെളിഞ്ഞു കാണുന്നില്ലെങ്കിൽ ലെൻസിനെ സാവധാനം അകത്തോട്ടോ പുറത്തോട്ടോമാററി ലെൻസും ഫിലിമും തമ്മിലുള്ള അകലം കൂട്ടുകയോ കുറയ്ക്കുകയോ ചെയ്യുക. [ലെൻസിൻെറ ഫോക്കസ്സും ലെൻസും തമ്മിലുള്ള ദൂരത്തെ അതിൻെറ ഫോക്കൽ ലെംഗ്ത്ത് എന്നു പറയും. ഫിലിം ലെൻസിൻെറ ഫോക്കൽ ലെംഗ്ത്തിൽനിന്നും അല്പം അകലെയായിരിക്കണം. എന്നാൽ ഒരു വലിയ ചിത്രം ഫോക്കൽ ലെംഗ്ത്തിൻെറ ഇരട്ടി ദൂരത്തിനപ്പുറത്ത് ലഭിക്കും.] ചിത്രം ഓരോന്നായി മാററിമാററി വയ്ക്കുന്നതിനു പകരം താനെ ചിത്രങ്ങൾ ലെൻസിനു മുൻപിൽകൂടി വളരെ വേഗത്തിൽ ചലിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ് സിനിമായിൽ പടങ്ങൾ ചലിക്കുന്നതായി കാണുന്നത്.

ടെലസ്ക്കോപ്പിൻെറ ഒരു മാഡൽ ഉണ്ടാക്കുവാൻ രണ്ടു ലെൻസുകളും രണ്ടു കുഴലുകളും വേണം. കാഡ്ബോഡ്കുഴലോ, മുളയോ, ഈററയോ ആകാം. ഒരു കുഴൽ മററെ കുഴലിനകത്തുകൂടി പാകത്തിനു നീങ്ങുന്നതായിരിക്കണം. ഒരു ലെൻസ് ചെറുതു മതി. മററെ ലെൻസു മുൻ പരീക്ഷണങ്ങൾക്കുപയോഗിച്ചതു തന്നെ ആവാം. രണ്ടു ലെൻസും ഒരേ അളവിലുള്ളതായാലും തരക്കേടില്ല.

ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന പ്രകാരം രണ്ടു ലെൻസുകളും ഓരോ കുഴലിൻെറയും ഓരോ വശത്ത്



ചിത്രം 66

ഉറപ്പിക്കുക. വലിയ ലെൻസ് ഏതെങ്കിലും ദൂരെയുള്ള ഒരു വസ്തുവിന്ന് നേരെ പിടിച്ചിട്ട് മറുവശത്തുള്ള ലെൻസിൽക്കൂടി നോക്കുക. ആ വസ്തുവിൻെറ ഒരു രൂപം തലകീഴായി കുഴലിനകത്തു കാണും. ചെറിയ കുഴൽ അകത്തോട്ടും പുറത്തോട്ടും മാററി ഈ രൂപം വ്യക്തമാക്കുക. ദൂരെയുള്ള വസ്തുവിനെ അടുത്തു തെളിഞ്ഞു കാണാം.

ഈ ടെലസ്കോപ്പുപയോഗിച്ച് രാത്രിയിൽ ചന്ദ്രനേയും, ഗ്രഹങ്ങളേയും, നക്ഷത്രങ്ങളേയും മററും നോക്കുക. ഇത്തരം ഒരു ടെലസ്കോപ്പാണ് ഗലീലിയോ എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ആദ്യമായി ഉപയോഗിച്ച് ഗ്രഹങ്ങളേയും നക്ഷത്രങ്ങളേയും മററും പഠിച്ചത്. [സൂര്യനെ നോക്കാൻ മാത്രം ഈ ടെലസ്കോപ്പ് ഉപയോഗിക്കരുത്. കണ്ണിന് വലിയ കേടുണ്ടാകും. ചിലപ്പോഠം കാഴ്ച നശിക്കാനും കാരണമാവും].

ക്യാമറ, പ്രൊജക്ററർ, ടെലസ്കോപ്പ്, ഇത്രയും ഉപകരണങ്ങളുടെ മാഡലുകഠം, നാം ഉണ്ടാക്കിക്കഴിഞ്ഞു. വളരെ നല്ലയിനം ഗ്ലാസ്സുകൊണ്ട് നല്ല രൂപത്തിൽ ഉണ്ടാക്കിയിട്ടുള്ള ലെൻസുകളാണ് നല്ലയിനം ക്യാമറകളിലും മററും ഉപയോഗിക്കുന്നത്. അതിനുംപുറമെ അവ വളരെ ബലമായും പ്രകാശം കടത്തിവിടാത്ത തരത്തിലും നല്ല സാധനങ്ങഠം ഉപയോഗിച്ചും നിർമ്മിച്ചതുമായിരിക്കും. ലെൻസും ദീപവും, ലെൻസും വസ്തുവും തമ്മിലുള്ള ദൂരം നിയന്ത്രിക്കുവാനും, മററും യന്ത്രങ്ങളും അവയിലുണ്ടായിരിക്കും. അതിനാലാണ് അവ വില കൂടിയിരിക്കുന്നത്. എത്ര വില കൂടിയതാണെങ്കിലും അവയുടെയെല്ലാം പ്രവർത്തനതത്വം നമ്മുടെ മാഡലുകളിൽ കണ്ടതു തന്നെ.

## പാഠം 4

### മഴവില്ല്

മഴവില്ല് കണ്ടിട്ടില്ലാത്തവർ ചുരുക്കമാണ്. അതിൽ കാണുന്ന വിവിധ വർണ്ണങ്ങളും അതിന്റെ ആകൃതിയും ആരെയും ആകർഷിക്കും. മഴയുണ്ടാകുന്നതിനു് അല്പം മുൻപോ ഒരു ചെറു മഴ കഴിഞ്ഞതിനു ശേഷമോ ആണ് മഴവില്ല് സാധാരണയായി കാണുക. സൂര്യൻ നില്ക്കുന്നതിനു് എതിർവശത്താണ് മഴവില്ല് കാണുന്നത്. അന്തരീക്ഷത്തിൽ തങ്ങിനില്ക്കുന്ന സൂക്ഷ്മങ്ങളായ ജലകണങ്ങളിൽ സൂര്യപ്രകാശം പതിക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായാണ് മഴവില്ലുണ്ടാകുന്നത്.

സൂര്യപ്രകാശം ഏഴു നിറങ്ങൾ ഒന്നുചേർന്നുണ്ടായിട്ടുള്ളതാണ്. വയലററ്, ഇൻഡിഗോ, ബ്ളൂ, ഗ്രീൻ, യെല്ലോ, ഓറഞ്ച്, റെഡ് എന്നീ വർണ്ണങ്ങളാണ് സൂര്യപ്രകാശത്തിലുള്ളത്. ഇങ്ങനെ പല നിറങ്ങൾ സൂര്യപ്രകാശത്തിലുള്ളതിനാലാണ് നമുക്ക് എല്ലാ പദാർത്ഥങ്ങളേയും അതാതിന്റെ നിറത്തിൽ കാണുവാൻ കഴിയുന്നത്. ഇലകൾ പച്ച നിറമായി കാണുന്നത് പ്രകാശത്തിലുള്ള ഏഴു നിറങ്ങളിൽ പച്ച നിറത്തിലുള്ള രശ്മികളൊഴിച്ച് ബാക്കിയുള്ള രശ്മികളെയെല്ലാം സ്വീകരിക്കുകയും പച്ചനിറത്തെ മാത്രം പ്രതിഫലിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടാണ്. ചുവപ്പു നിറത്തിലുള്ള ഒരു പൂവ് ചുവപ്പു നിറംമാത്രം പ്രതിഫലിപ്പിക്കുകയും മററുനിറങ്ങളെ സ്വീകരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇങ്ങനെ എല്ലാ വസ്തുക്കളും ഏതെങ്കിലും ഒരു നിറമൊഴിച്ച് ബാക്കിയുള്ളവയെ സ്വീകരിക്കുന്നു. എല്ലാ നിറങ്ങളേയും പ്രതിഫലിപ്പിക്കുന്ന വസ്തുക്കൾ വെളുപ്പായും, ഒരു നിറവും പ്രതിഫലിപ്പിക്കാത്തവ കറുപ്പായും തോന്നുന്നു.

ഇനി, ജലകണങ്ങൾ ഈ ഏഴു നിറങ്ങളേയും വേർതിരിച്ചു മഴവില്ലുണ്ടാക്കുന്നതെങ്ങനെയെന്നു നോക്കാം.

അതിനു മുൻപു സ്വന്തമായി ഒരു ചെറു മഴവില്ലുണ്ടാക്കി അതിലെ നിറങ്ങൾ കാണണ്ടേ? ഒരു മഴവില്ലു കാണാൻ ആഗ്രഹിക്കാത്തവരുണ്ടോ? ആരും കാണുകയില്ല. അതും വളരെ എളുപ്പത്തിൽ ഉണ്ടാക്കാമെങ്കിൽ. തീർച്ചയായും ഈ പരീക്ഷണം എല്ലാവരും ചെയ്തുനോക്കും.

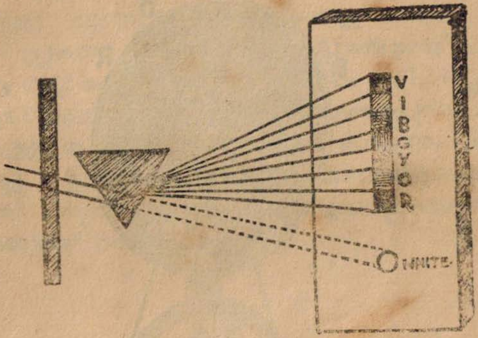
ഒരു പരന്ന പാത്രവും, കുറെ വെള്ളവും ഒരു ചെറിയ മിററും മാത്രം മതി, ഒരു മഴവില്ലുണ്ടാക്കാൻ. സൂര്യ പ്രകാശം വേണം. പാത്രം ഏതുമാകാം. പരന്നിരിക്കണമെന്നേയുള്ളു. പാത്രത്തിൽ നാലഞ്ചു സെൻറിമീററർ പൊക്കത്തിൽ വെള്ളമൊഴിക്കുക. ഈ പാത്രം വെയിലത്തു വച്ചിട്ടു, മിറർ വെള്ളത്തിൽ താഴ്ത്തി ചെരിച്ചു പിടിക്കുക. മിററിൽ തട്ടുന്ന പ്രകാശം വെള്ളത്തിൽക്കൂടി മുറിയ്ക്കകത്തുള്ള ചുമരിൽ പതിയത്തക്കവണ്ണമാണു് കണ്ണാടി പിടിക്കേണ്ടതു്.

ഭിത്തിയിൽ പ്രകാശം പതിക്കുന്ന സ്ഥലത്തു് ഏഴു നിറങ്ങളും കാണാം.

പ്രകാശം ലെൻസിൽക്കൂടി കടന്നുപോകുമ്പോൾ അതിൻെറ ഗതിക്കു വ്യത്യാസം ഉണ്ടാകുന്നുവെന്നു കണ്ടുവല്ലോ. ചതുരാകൃതിയിലുള്ള മൂന്നു വശവും, ത്രികോണാകൃതിയിലുള്ള രണ്ടു വശങ്ങളും ഉള്ള ഒരു ഗ്ലാസ്സുകഷണമാണു് പ്രിസം. ഒരു ഗ്ലാസു പ്രിസം സ്കൂളിലുണ്ടെങ്കിൽ ഒരു പരീക്ഷണം കൂടി ചെയ്യാം.

ഒരു മിറർ പുറത്തുകൊണ്ടുപോയി അതിൽ തട്ടുന്ന സൂര്യപ്രകാശം മുറിക്കുള്ളിലേക്കു പായിക്കുക. പ്രകാശത്തിൻെറ പാതയിൽ പ്രിസം പിടിക്കുക. അതിൽ പതിക്കുന്ന രശ്മികളെല്ലാം അതിൻെറ ചുവട്ടിലേയ്ക്കു വളഞ്ഞു പോകുന്നു. അതോടുകൂടി ഏഴു നിറങ്ങളും വേർപിരിയുകയും ചെയ്യുന്നു. ഏററവും കൂടുതൽ വളയുന്നതു് വയലററു രശ്മികളാണു്. അതിനാൽ അതു് ഏററവും

താഴെയായി പതിയ്ക്കുന്നു. ഏററവും കുറച്ച് വളവുണ്ടാകുന്നതു് ചുവപ്പു രശ്മിക്കാണു്. അതിനാൽ അതു് മുകളററത്തു കാണുന്നു. ബാക്കിയുള്ളതെല്ലാം മുൻപു പറഞ്ഞ ക്രമത്തിൽ ഈ രണ്ടു നിറങ്ങൾക്കമിടയിലായി കാണാം.

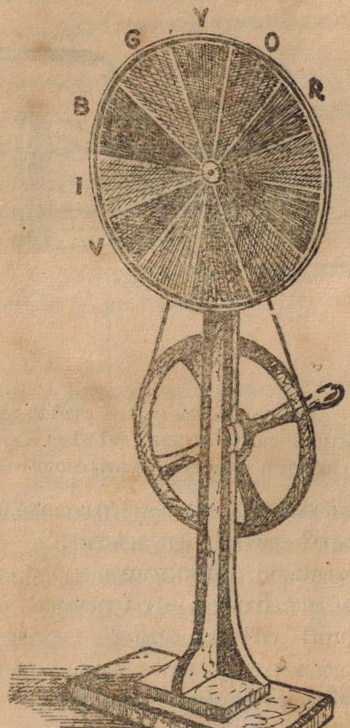



ചിത്രം 67. സൂര്യപ്രകാശം പ്രിസത്തിൽകൂടി. (പ്രിസത്തിൻെറ അടിവശം മുകളിലേക്കു് തിരിച്ചു പിടിച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ വയലററു രശ്മികൾ മുകളിലായി കാണുന്നു.)

ഓരോ ജലകണവും ഒരു പ്രിസംമാതിരി പ്രവത്തിക്കുന്നതിനാലാണു് മഴവില്ലുണ്ടാകുന്നതു്. കീടനാശിനി തളിക്കുന്നതിനുള്ളതോ, പാററയെക്കൊല്ലാൻ മരുന്നു തളിക്കുന്നതോ ആയ ഒരു സ്പ്രേയറിനകത്തു് ജലം നിറച്ച് സൂര്യനഭിമുഖമായി നിന്നുകൊണ്ടു് വെള്ളം മുന്നോട്ടു പൊങ്ങി വീഴത്തക്കവണ്ണം സ്പ്രേ ചെയ്യുക. ഒരു ചെറു മഴവില്ലു പെട്ടെന്നുണ്ടാകുന്നതു കാണാം.

സൂര്യപ്രകാശം സപ്തവർണ്ണങ്ങളുടെ ഒരു സങ്കരമാണെന്നു് ആദ്യമായി കണ്ടുപിടിച്ചതു് സർ. ഐസക് ന്യൂട്ടൺ (Sir Isaac Newton) എന്ന ഇംഗ്ലീഷ് ശാസ്ത്രജ്ഞനാണു്. പ്രകാശം പ്രിസത്തിൽകൂടി കടക്കുമ്പോൾ സപ്തവർണ്ണങ്ങളായി വേർതിരിയുന്നതു് അദ്ദേഹം കണ്ടു.

പക്ഷെ, അതുകൊണ്ടുമാത്രം അദ്ദേഹം തൃപ്തനായില്ല. അവയെല്ലാം വീണ്ടും കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ വെളുപ്പുനിറം ഉണ്ടാകുമോ എന്നും അദ്ദേഹം പരിശോധിച്ചു നോക്കി.




ചിത്രം 68. ന്യൂട്ടൺസ് കളർഡിസ്ക്. (വൃത്തത്തിൽ ബാക്കിയുള്ള അഞ്ചു ഖണ്ഡങ്ങളിലും V തുടങ്ങി R വരെയുള്ള നിറങ്ങളാണ് പിടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളത്)

ഒരു വൃത്തത്തകിടിൽ ഈ ഏഴ നിറങ്ങളും പെയിൻറു ചെയ്തശേഷം ആ തകിട വേഗത്തിൽ കറക്കിയാൽ എല്ലാ നിറങ്ങളും ഒന്നുചേൻറ തകിട്ട് വെളുത്ത നിറത്തിൽ കാണു മെന്നദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. ഈ പരീക്ഷണത്തിനുപയോ ഗിക്കുന്ന തകിട്ട് ന്യൂട്ടൻസ് കളർ ഡിസ്ക് (Newtons colour disc) എന്നാണറിയപ്പെടുന്നത്. ഒരു പ്രിസ ത്തിൽക്കൂടി പ്രകാശം കടന്നു സപ്തവർണ്ണങ്ങളായിപിരിഞ്ഞ ശേഷം ആ രശ്മികളെ മറെറാരു പ്രിസം തിരിച്ചുപിടിച്ചു അതിൽക്കൂടി കടത്തിവിട്ടാലും ആദ്യത്തെപ്പോലെവെളുത്ത നിറത്തിലുള്ള രശ്മികൾതന്നെ ഉണ്ടാകുമെന്നും അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. ഇത്തരം പല പരീക്ഷണങ്ങളുടെയും ഫല മായിട്ടാണ് സൂര്യപ്രകാശം സപ്തവർണ്ണങ്ങളുടെ ഒരു സങ്കരമാണെന്നു് സമർത്ഥിച്ചതു്.

---

# അദ്ധ്യായം 6

# കാന്തവും വൈദ്യുതിയും

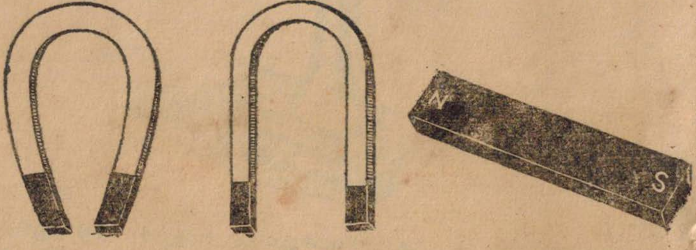
## (Magnetism & Electricity)

## പാഠം 1

### കാന്തശക്തി (Magnetism)

കാന്തം എന്നാലെന്താണെന്നു് അറിഞ്ഞുകൂടാത്തവർ ചുരുക്കമാണു്. ഇരുമ്പു, ഉരുക്കു്, നിക്കൽ മുതലായ ചില ലോഹങ്ങളെ കാന്തം ആകർഷിക്കുന്നു. നമ്മുടെ പുതിയ രൂപാ നാണയവും, അരരൂപാ, കാൽരൂപാ നാണയങ്ങളും നിക്കൽകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയിട്ടുള്ളവയാണു്. അവ നിക്കൽകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയവയാണോ എന്നു കാന്തം ഉപയോഗിച്ചു പരിശോധിക്കുന്നതു് നിങ്ങൾ കണ്ടിരിക്കും.

സാധാരണ നാം കാണുന്ന കാന്തങ്ങൾ ദീർഘചതുരത്തിലുള്ളതോ, കുതിരലാടത്തിന്റെ ആകൃതിയിലു




ചിത്രം 69

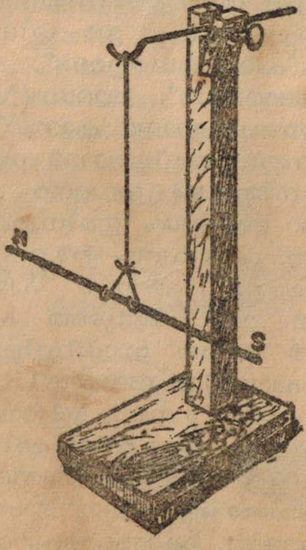
ള്ളതോ, ഉരുണ്ടതോ ആയിരിക്കും. പല ആകൃതിയിലും വലിപ്പത്തിലുമുള്ള കാന്തങ്ങൾ പലതരം യന്ത്രങ്ങളിലും ഉപയോഗിച്ചിരിക്കും. സൈക്കിൾ ഡൈനാമോ, കളിപ്പാട്ടങ്ങളിലുള്ള മോട്ടാർ, റേഡിയോ സ്പീക്കർ, ലൗഡ് സ്പീക്കർ, വൈദ്യുതമീററർ, ടെലിഫോൺ, വടക്കുനോക്കിയന്ത്രം, തുടങ്ങിയ ഉപകരണങ്ങളിലെല്ലാം കാന്തം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

കാന്തം, എന്നു് ആരു് എങ്ങനെ കണ്ടുപിടിച്ചു എന്നൊന്നും ആക്കും അറിഞ്ഞുകൂടാ. അനേക നൂററാണ്ടുകൾക്കു മുൻപു മുതൽക്കുതന്നെ കാന്തക്കല്ലു് എന്ന ഒരുതരം തവിട്ടുനിറത്തിലുള്ള ശില ഇരിമ്പിനെ ആകർഷിക്കുന്നതായി അറിയപ്പെട്ടിരുന്നു. ഈ ശില കണ്ടുപിടിച്ചതിനെക്കുറിച്ചു് പല കഥകളുമുണ്ടു്. അതിലൊന്നു് താഴെ പറയുംപ്രകാരമാണു്. മാഗ്നെ (Magnes) എന്നു പേരുള്ള ഒരു ഇടയബാലനാണു് കാന്തശില ആദ്യം കണ്ടുപിടിച്ചതെന്നാണതു്. ആട്ടിടയന്മാർ സാധാരണകൊണ്ടു നടക്കാറുള്ള ഒരു നീണ്ടവടി ഇവൻെറ കയ്യിലുമുണ്ടായിരുന്നു. അതിൻെറ അടിവശം ഇരിമ്പുകൊണ്ടു് പൊതിഞ്ഞിട്ടുണ്ടായിരുന്നു. ഒരുദിവസം ഈ വടി ഒരു പാറമേൽ ഊന്നിപ്പിടിച്ചുകൊണ്ടു് മറെറാരു പാറമേൽ അവൻ കയറി. പക്ഷേ വടി ആദ്യത്തെ പാറയിൽനിന്നു് ഇളക്കിയെടുക്കാൻ അവനു സാധിച്ചില്ല. അതിൻെറ താഴത്തെ അഗ്രം പാറയിൽ ബലമായി പററിയിരിക്കുന്നതവൻ കണ്ടു. വളരെ ബലം പ്രയോഗിച്ചശേഷമെ വടി വീണ്ടു കിട്ടിയുള്ളു. ഈ വിവരമറിഞ്ഞ അവൻെറ സ്നേഹിതന്മാർ ഈ അത്ഭുതം പരീക്ഷിച്ചു നോക്കി ബോദ്ധ്യപ്പെട്ടു. ആരൊ ആ ശിലയ്ക്കു് മാഗ്നററു് (Magnet) എന്ന പേരും കൊടുത്തു. കാന്തത്തെപ്പററി ഇത്തരം പല കഥകളും പ്രചാരത്തിലുണ്ടു്.

കാന്തശക്തി ഒരുതരം ശിലയിൽ കണ്ടുവരുന്ന ഒരു അത്ഭുതശക്തിയെന്നല്ലാതെ ഒരു തരത്തിലും ഉപയോഗ

പ്രദമാവുമെന്നു് വളരെക്കാലത്തേക്കു ആൎക്കും അറിഞ്ഞുകൂടായിരുന്നു. ഒരിരുമ്പുകഷണം ഈ ശിലയിൽ ഉരസ്സിയാൽ അതിനും കാന്തശക്തി ലഭിക്കുമെന്നുള്ള അറിവു ലഭിച്ചതു മുതല്ക്കായിരിക്കണം കാന്തം പല ആവശ്യങ്ങൾക്കും ഉപയോഗിച്ചു തുടങ്ങിയതു്.

ഇങ്ങനെ കാന്തമാക്കിയ ഇരുമ്പുകഷണങ്ങൾ സ്വതന്ത്രമായി ചലിക്കത്തക്കവണ്ണം കെട്ടിത്തൂക്കിയാൽ അതു സ്വസ്ഥ നിലയിലെത്തുമ്പോൾ എപ്പോഴും തെക്കുവടക്കായിത്തന്നെ നിൽക്കുമെന്നുള്ളതായിരിക്കാം പിന്നീടു




ചിത്രം 70.

ണ്ടായ ഏറ്റവും വലിയ കണ്ടുപിടിത്തം. ഒരു കഷണം കാന്തക്കല്ലു് കെട്ടിത്തൂക്കിയാലും ഇതേവിധംതന്നെ പ്രവൎത്തിക്കും. ദിക്കു കാണിക്കാൻ സഹായിക്കുന്നതുകൊണ്ടു്

കാന്തക്കല്ലിന്ന് ലോഡ്സ്റ്റോൺ(lodestone) എന്ന പേരും ലഭിച്ചു. ഈ ശില ഇരുമ്പിന്റെ ഒരു ഓർ ആണെന്നു പിന്നീട് മനസ്സിലാക്കുകയും മാഗ്നെററിററ (magnetite) എന്ന പേരുകൂടി അതിനു നൽകുകയും ചെയ്തു.

കാന്തം ഉപയോഗിച്ച് ദിക്കു കണ്ടുപിടിക്കാമെന്നുള്ള അറിവ് വളരെ പ്രയോജനപ്രദമായിരുന്നുവെങ്കിലും വളരെക്കാലത്തേക്കു കാന്തംകൊണ്ടുള്ള മറെറാരുപയോഗവും അറിഞ്ഞിരുന്നില്ല. പിന്നീട് വൈദ്യുതി കണ്ടുപിടിച്ചശേഷമാണ് വളരെ ശക്തിയുള്ള കാന്തം ഉണ്ടാക്കാനും പല ആവശ്യങ്ങൾക്കായി അതിനെ ഉപയോഗിക്കാനും തുടങ്ങിയത്.

ശക്തി വളരെക്കൂടിയതും കുറഞ്ഞതുമായ പലയിനം കാന്തങ്ങൾ പല ഉപകരണങ്ങളിലും ഇന്നു ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. ഇരിമ്പ്, ഉരുക്ക് എന്നിവ മാത്രമാണ് ആദ്യകാലങ്ങളിൽ കാന്തമുണ്ടാക്കാൻ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നതു്. എന്നാൽ ഇപ്പോൾ അലുമിനിയംനിക്കൽസ്റ്റീൽ, ക്രോമിയംകോബാൾട്ട്സ്റ്റീൽ, തുടങ്ങിയ കൂട്ടലോഹങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചു വളരെ ശക്തിയുള്ള കാന്തങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നുണ്ട്.

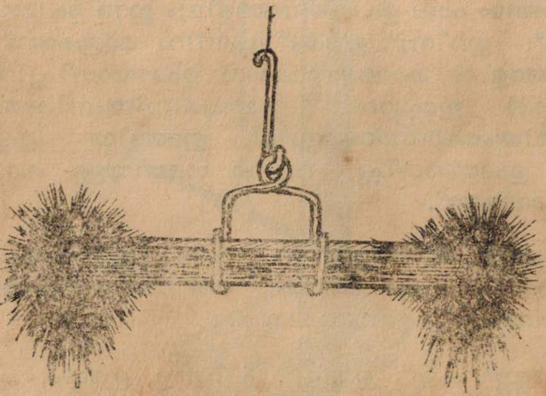
ഇനി കാന്തത്തിന്റെ ചില ഗുണങ്ങളെക്കുറിച്ചു പഠിക്കാം. ഏതെങ്കിലും ഒരു കാന്തമെടുത്തു താഴെ പ്പറയുന്ന പരീക്ഷണം ചെയ്യുക.

മണ്ണ്, കല്ല്, ഇരുമ്പ്, പിത്തള, ഈയം, ചെമ്പ്, തുണി, കടലാസ്സ് ഉരുക്ക്, പലതരം നാണയങ്ങൾ എന്നിവ മേശപ്പുറത്തു നിരത്തിവയ്ക്കുക. എന്നിട്ടു കാന്തത്തെ ഈ പദാർത്ഥങ്ങളുടെയെല്ലാം ഇടയിൽക്കൂടി കൊണ്ടുപോകുക. അപ്പോൾ ചില സാധനങ്ങൾ മാത്രമെ കാന്തത്തിൽ പററിപ്പിടിക്കുന്നുള്ളു. ഇത്തരം വസ്തുക്കളെ മാഗ്നററിക്ക് വസ്തുക്കൾ എന്നു പറയും. ഇരുമ്പും ഉരുക്കു

മാണു് സാധാരണയായി കണ്ടുവരുന്ന മാഗ്നററിക് പദാൎത്ഥങ്ങൾ. ഇവയ്ക്കു രണ്ടിനും പുറമെ കോബാൾട്ടു, നിക്കൽ എന്നീ ലോഹങ്ങളും മാഗ്നററിക് ആണു്.

മുൻപറഞ്ഞ പരീക്ഷണം നടത്തിയപ്പോൾ ഒരു കാൎയ്യം നിങ്ങൾ ശ്രദ്ധിച്ചിരിക്കും—കാന്തത്തിന്റെ അഗ്രങ്ങളിൽ മാത്രമേ മാഗ്നററിക് പദാൎത്ഥങ്ങൾ പററിപ്പിടിച്ചുള്ളുവെന്നു്. ഇല്ലെങ്കിൽ ഒന്നുകൂടി പരീക്ഷിച്ചു നോക്കുക.

കുറെ ഇരുമ്പാണികളോ, മൊട്ടുസൂചികളോ, ഇരിമ്പു പൊടിയോ മേശപ്പുറത്തു നിരത്തിയിടുക. ഒരു കാന്തം അതിന്റെ പുറത്തു വച്ചിട്ടുപൊക്കിയെടുക്കുക. ആണികളും ഇരുമ്പുപൊടിയും രണ്ടഗ്രങ്ങളിൽ മാത്രമെ പററിയിരിപ്പുള്ളുവെന്നു കാണാം. പല ആകൃതിയിലുമുള്ള കാന്തങ്ങൾകൊണ്ടു് ഈ പരീക്ഷണം ആവൎത്തിക്കുക.



ചിത്രം 71. ഇരിമ്പു്പൊടി, കാന്തത്തിന്റെ രണ്ടു ധ്രുവങ്ങളിലും പററിയിരിക്കുന്നു.

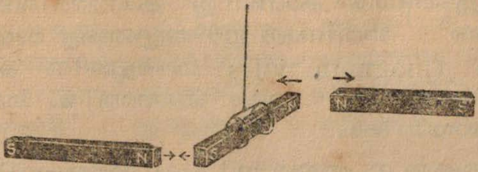
ഏതു ആകൃതിയിലുള്ള കാന്തം ഉപയോഗിച്ചാലും അതിന്റെ രണ്ടഗ്രങ്ങളിലുമാണ് ആണികളും മററും വളരെയധികം പററിയിരിക്കുന്നതെന്നു കാണാം. കാന്തശക്തി ഏററവും കൂടുതലായി കാണുന്നതു് കാന്തത്തിന്റെ അഗ്രങ്ങളിലാണ്. അതിനാൽ ഈ അഗ്രങ്ങളെ മാഗ്നററിക്ക് പോാംസ് (magnetic poles) അല്ലെങ്കിൽ കാന്തധ്രുവങ്ങാം എന്നു പറയും. എല്ലാ കാന്തത്തിനും രണ്ടു ധ്രുവങ്ങാം ഉണ്ടായിരിക്കും.

കാന്തത്തെ സ്വതന്ത്രമായി ചലിക്കത്തക്കവിധത്തിൽ കെട്ടിത്തൂക്കിയാൽ അതു സ്വസ്ഥ നിലയിലെത്തുപ്പോാം തെക്കുവടക്കായിത്തന്നെ നിൽക്കുമെന്നു് മുൻപു് പ്രസ്താവിച്ചുവല്ലോ. രണ്ടു ധ്രുവങ്ങളിൽ ഒന്നു് എപ്പോഴും വടക്കുനോക്കിയും മറെറാന്നു് തെക്കുനോക്കിയുമായിരിക്കും നിൽക്കുന്നതു്. അതിനാൽ അവയെ യഥാക്രമം ഉത്തരധ്രുവം (North pole) എന്നും ദക്ഷിണധ്രുവം (South pole) എന്നും പറയും. സാധാരണയായി ഈ ധ്രുവങ്ങാം തമ്മിൽ തിരിച്ചറിയാൻ ഏതെങ്കിലും അടയാളമിട്ടിരിക്കും.

കാന്തധ്രുവങ്ങളുടെ ചില പ്രത്യേക സ്വഭാവങ്ങാം അടുത്ത പരീക്ഷണം തെളിയിക്കും.

സ്വതന്ത്രമായിചലിക്കത്തക്കവണ്ണം കെട്ടിത്തൂക്കിയ ഒരു കാന്തം സ്വസ്ഥനിലയിലായിരിക്കുമ്പോാം മറെറാരു കാന്തത്തിന്റെ ഉത്തരധ്രുവം ഈ കാന്തത്തിന്റെ ദക്ഷിണധ്രുവത്തിനടുത്തു കൊണ്ടുവരിക. അവതമ്മിൽ ആകർഷിക്കുന്നു. അതിനുശേഷം ദക്ഷിണധ്രുവം ദക്ഷിണധ്രുവത്തിന്റെ അടുത്തു കൊണ്ടുവരിക. അതു ആകർഷിക്കപ്പെടുന്നില്ല. അകന്നു മാറുകയാണ് ചെയ്യുന്നതു്. മറെറ ധ്രുവം ഉപയോഗിച്ച് പരീക്ഷണം ആവത്തിക്കുക. ആദ്യത്തേതുപോലെ തന്നെ സംഭവിക്കുന്നു. ഒരേ ഇനത്തിലുള്ള ധ്രുവങ്ങാം (സജാതീയ ധ്രുവങ്ങാം) തമ്മിൽ

അകന്നുമാറുകയും വിജാതീയ ധ്രുവങ്ങൾ തമ്മിൽ ആകർഷിക്കയും ചെയ്യുന്നു. ധ്രുവങ്ങൾ തമ്മിൽ അടുക്കുന്നതിനെ



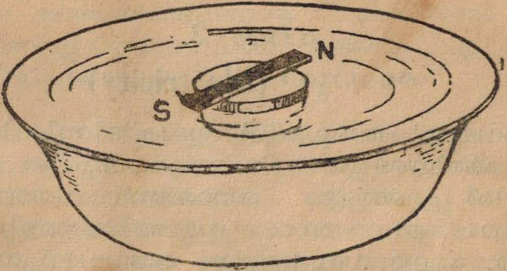
ചിത്രം 72

ആകർഷണം (Attraction) എന്നും. തമ്മിൽ അകലുന്നതിനു് വികർഷണം (Repulsion) എന്നുമാണു് പറയുന്നതു്.

കാന്തധ്രുവങ്ങളുടെ ഈ പ്രത്യേക സ്വഭാവത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി സ്വതന്ത്രമായി ചലിക്കുവാൻ കഴിവുള്ള ഒരു കാന്തം തെക്കുവടക്കായി നിൽക്കുന്നതിനെ വ്യാഖ്യാനിക്കാം. ഭൂമിക്കുള്ളിൽ തെക്കുവടക്കായി നെടുകെ കിടക്കുന്ന ഒരു വലിയ കാന്തം ഉണ്ടെന്നു സങ്കല്പിക്കുകയാണതു്. അങ്ങനെ ഒരു വലിയ കാന്തം അല്ലെങ്കിൽ കാന്തശക്തി ഉള്ളതുകൊണ്ടായിരിക്കണം കാന്തസൂചി ഭൂമിയിൽ എവിടെവച്ചാലും തെക്കുവടക്കായി നില്ക്കുന്നതു്.

കാന്തത്തിന്റെ ഈ സ്വഭാവം പുരാതനകാലം മുതൽക്കുതന്നെ കപ്പൽയാത്രക്കാർ ദിക്കുകളറിയാൻ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. ആദ്യകാലങ്ങളിൽ ഒരു ചെറിയ പാത്രത്തിലുള്ള വെള്ളത്തിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്ന ഒരു പലകയിൽ കാന്തംവച്ചിട്ടാണു് ദിക്കു കണ്ടുപിടിച്ചിരുന്നതു്. അന്നുപയോഗിച്ചിരുന്ന കാന്തം ശക്തികുറഞ്ഞതുമായിരുന്നു. എന്നാൽ നല്ലശക്തിയുള്ള കാന്തം ഉണ്ടാക്കാൻ

ഇടങ്ങിയതോടുകൂടി അതിൽ പല പരിഷ്ക്കാരങ്ങളും വരുത്തിയിട്ടുണ്ട്. ജവാന്മാരും, സ്കൗട്ടുകളും മററും വഴി




ചിത്രം 73.

കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനുപയോഗിക്കുന്ന തരം കോമ്പസ്സ് (Compass) നല്ല ശക്തിയുള്ള കാന്തസൂചികൊണ്ടുണ്ടാക്കിയതാണ്. അഗ്രം കൂർത്ത ഒരു സൂചിയുടെ മുകളിൽ ഒരു കാന്തസൂചി തടസ്സംകൂടാതെ ചലിക്കത്തക്കവണ്ണം ഘടിപ്പിച്ചതാണ് കോമ്പസ്സ്. ഈ കാന്തസൂചിയുടെ ഉത്തര

ചിത്രം 74. കോമ്പസ്സ്.
(രണ്ടിനം കോമ്പസ്സുകൾ. അടപ്പുള്ളതും, ഇല്ലാത്തതും)

ധ്രുവം പ്രത്യേക നിറംകൊണ്ടോ മററു അടയാളങ്ങൾകൊണ്ടോ തിരിച്ചറിയാം. എല്ലാ ദിക്കുകളും അറിയുന്നതിനു് സഹായിക്കത്തക്കവണ്ണം അടയാളപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള

2429



ഒരു ഡയലും കാന്തസൂചിക്കടിയിൽ കാണും. ഒരു ലോഹ ക്കൂട്ടിനുള്ളിൽ ഇതെല്ലാം ഉറപ്പിച്ചിട്ട് മുകളിൽ ഒരു ഗ്ലാസ്സ് തകിടുകൊണ്ടടച്ചിരിക്കും.

## പാഠം 2

## വൈദ്യുതി (Electricity)

വൈദ്യുതി അല്ലെങ്കിൽ ഇലക്‌ട്രിസിററി എന്ന അത്ഭുതശക്തിയുടെ കണ്ടുപിടിത്തം മനുഷ്യൻെറ ജീവിത രീതിയിൽ എന്തെല്ലാം മാററമാണ് വരുത്തിയത്! എന്തെല്ലാം മാററങ്ങൾ വരുത്തിക്കൊണ്ടിരിക്കയും ചെയ്യുന്നു. എല്ലാ വസ്തുക്കളെയും കാണുവാൻ സഹായി ക്കുന്ന പ്രകാശവും, പദാർത്ഥങ്ങളെ ആകർഷിക്കുന്ന കാന്ത ശക്തിയുമെന്നപോലെ വൈദ്യുതിയും നമ്മുടെ കണ്ണുകൾ കൊണ്ട് കാണാൻ കഴിയുന്ന ഒന്നല്ല. അതിൻെറ സാന്നിദ്ധ്യം അതുചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തിയിൽ നിന്നറി യാനെ സാദ്ധ്യമാവുകയുള്ളൂ.

വൈദ്യുതിയുടെ ഉപയോഗങ്ങൾ നിരവധിയാണ്. വൈദ്യുതവിളക്ക്, ഫാൻ, റേഡിയോ, കെററിൽ, അയേൺ, ഷേവർ, ഹീററർ, ടെലിഫോൺ, റിക്കാർഡ് പ്ലെയർ, ഡോർബെൽ, മോട്ടാർ തുടങ്ങി നിരവധി ഉപ കരണങ്ങൾ നമുക്കു സുപരിചിതങ്ങളാണ്. അനേകം ആളുകൾ വളരെ ദിവസംകൊണ്ടു ചെയ്തുതീക്കുന്ന ജോലി വൈദ്യുതയന്ത്രങ്ങൾ നിമിഷങ്ങൾക്കുള്ളിൽ ചെയ്തുതീക്കും. ചൂട്, പ്രകാശം, വായു, ജലപ്രവാഹം, പദാർത്ഥങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള രാസപ്രവത്തനം എന്നിവയിലെല്ലാം അടങ്ങി യിട്ടുള്ള ശക്തിയെ, പലതരം യന്ത്രങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് വൈദ്യുതിയാക്കി മാററുവാനുള്ള മാഗ്ഗങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചി ട്ടുണ്ട്.

വൈദ്യുതി മനുഷ്യൻെറ ഏററവും നല്ല സുഹൃത്തും സഹായിയുമാണെങ്കിലും അതിനെ ശരിയായി

കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നില്ലെങ്കിൽ അതു് അപകടകാരിയായി മാറും. വീട്ടിലുള്ള വൈദ്യുതോപകരണങ്ങളും മററും ശ്രദ്ധാപൂർവ്വം ഉപയോഗിച്ചില്ലെങ്കിൽ അവ പല അപകടങ്ങൾ ഉണ്ടാകുവാനിടയുണ്ടു്. അതിനാൽ വൈദ്യുതിയെക്കുറിച്ച സാമാന്യമായ ജ്ഞാനം എല്ലാവർക്കും ഉണ്ടായിരിക്കേണ്ടതത്യാവശ്യമാണു്.

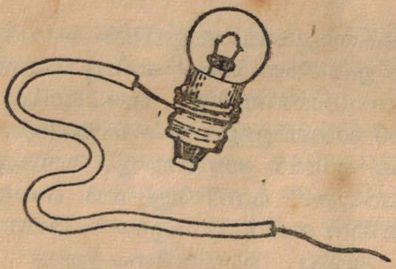
അപകടകരമല്ലാത്ത അളവിൽ വൈദ്യുതി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന ഒരു ഉപകരണമാണു് ടാർച്ചു ലൈററിനകത്തുള്ള ബാററി. സാധാരണയായി ഒരു ടാർച്ചു ലൈററിൽ രണ്ടോ മൂന്നോ ഭാഗങ്ങളുള്ള ഒരു ബാററിയുണ്ടായിരിക്കും. ബാററിയുടെ ഓരോ ഭാഗത്തേയും ഒരു സെൽ (cell) എന്നാണു് പറയുക. ഒന്നിൽക്കൂടുതൽ സെല്ലുകൾ ഉണ്ടെങ്കിലെ അതിനെ ബാററി എന്നു പറയാറുള്ളു. നമുക്കു ആദ്യമായി ടാർച്ചു ലൈററിനകത്തുള്ള ഒരു സെൽ എങ്ങനെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു എന്നു നോക്കാം.

കട്ടിക്കടലാസുകൊണ്ടുള്ള ഒരു കുഴലിനകത്തു ഒരു ലോഹക്കുഴൽ കാണുന്നു. ഈ കുഴലിൻെറ മുകൾവശം കറുപ്പുനിറത്തിലുള്ള കട്ടിയായ ഒരുതരം അരക്കുകൊണ്ടു് അടച്ചിരിക്കുന്നു. മുകളിൽ മദ്ധ്യത്തു് പിച്ചളകൊണ്ടു് മൂടിയ ഒരു ഭാഗം അല്പം ഉന്തിനിൽക്കുന്നതായി കാണാം. സെല്ലിൻെറ അടിവശം കടലാസുകൊണ്ടു മറച്ചിട്ടില്ലാത്തതിനാൽ അവിടെ സെല്ലുണ്ടാക്കുന്നതിനുപയോഗിച്ചിട്ടുള്ള ലോഹം കാണാം.

ഇത്തരം സെല്ലിനെ ഡ്രൈസെൽ എന്നാണു പറയുന്നതു്. ഒരു ഡ്രൈസെൽ ഉപയോഗിച്ചു ഒരു ബൾബു് കത്തിച്ചുനോക്കാം.

ഒരു ടാർച്ചു്ലൈററിലെ ബൾബു് ഊരിയെടുക്കുക. ഒരു കഷണം കമ്പിയും വേണം. കമ്പി, ഇനാമൽ കൊണ്ടോ, നൂലു കൊണ്ടോ, പ്ലാസ്റ്റിക്കു കൊണ്ടോ, റബ്ബർ

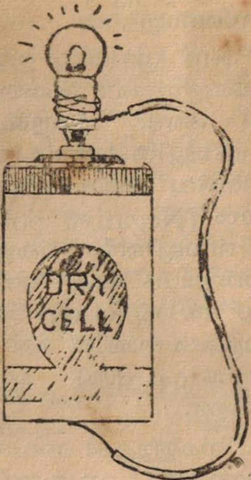
കൊണ്ടോ പൊതിഞ്ഞതായിരിക്കും. അങ്ങനെയാണെങ്കിൽ അതിൻെറ രണ്ടഗ്രത്തുനിന്നും അതിനെ പൊതിഞ്ഞിരിക്കുന്ന പദാൎത്ഥം മാററുക. എന്നിട്ട് ഒരററം



ചിത്രം 75.

ബൾബിൻെറ ലോഹഭാഗത്തിനു ചുററും കെട്ടുക. ബൾബിൻെറ അടിവശം അരക്കുകൊണ്ടടച്ചിരിക്കും. അതിൻെറ മദ്ധ്യത്തായി ഒരു വെളുത്ത ഭാഗം അല്പം ഉന്തിനില്ക്കുന്നതായി കാണാം. സെൽ ഇടത്തു കയ്യിൽ വച്ചുകൊണ്ടു് കമ്പിയുടെ സ്വതന്ത്രമായ അഗ്രം സെല്ലിൻെറ അടിവശത്തു് ചേൎത്തു പിടിക്കുക. എന്നിട്ടു വലതു കൈകൊണ്ടു് ബൾബു് പിടിച്ചു് അതിൻെറ ചുവട്ടിലുള്ള വെളുത്ത ഭാഗം സെല്ലിൻെറ മുകളിൽ മദ്ധ്യത്തുള്ള പിച്ചളയിൽ തൊടുക. ബൾബു് കത്തുന്നു. (ചിത്രം 76)

ബൾബു് കത്തിക്കുന്നതിനുള്ള വൈദ്യുതി സെല്ലിനകത്തു നിന്നാണു് വരുന്നതു്. സെല്ലിൻെറ രണ്ടഗ്രങ്ങളും തമ്മിൽ ഒരു കമ്പികൊണ്ടു തൊടുമ്പോറം വൈദ്യുതി അതിൽക്കൂടി പ്രവഹിക്കുന്നു. കമ്പിയിൽക്കൂടി വൈദ്യുതി പ്രവഹിക്കുന്നതു കാണാൻ സാദ്ധ്യമല്ല. ബൾബിനകത്തു




ചിത്രം 76

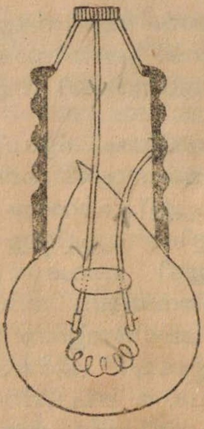
കൂടി പ്രവഹിക്കുമ്പോൾ അതിനകത്തുള്ള നേരിയ കമ്പി ചുരുളുകൾ തിളങ്ങുന്നു. അതിനാൽ അതിനകത്തുകൂടി വൈദ്യുതി പ്രവഹിക്കുന്നതായി നമുക്കറിയാം.

തോമസ് ആൽവാ എഡിസൻ എന്ന ഒരു അമേരിക്കൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് വൈദ്യുത ദീപം ആദ്യമായി കണ്ടുപിടിച്ചത്. വായു ശൂന്യമാക്കിയ ഒരു ഗ്ലാസ്സ് ബൾബിനുള്ളിൽ വച്ചിട്ടുള്ള ഒരു നേരിയ കാർബൺ തന്തുവിൽക്കൂടി വൈദ്യുതി കടത്തി വിട്ടാൽ പ്രകാശം ലഭിക്കുമെന്നദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. അതിനെ തുടർന്നുണ്ടായ പരീക്ഷണങ്ങളാണ് ഇന്നു നാം കാണുന്ന പലതരം ദീപങ്ങളുടെയും കണ്ടുപിടിത്തത്തിനു വഴി തെളിച്ചത്. വൈദ്യുത ദീപത്തെക്കുറിച്ചും വൈദ്യുതി ഉപയോഗിച്ചു പ്രവർത്തിക്കുന്ന മററു യന്ത്രങ്ങളെക്കുറിച്ചും

പഠിക്കുമ്പോഠം നാം എപ്പോഴും ഓർത്തിരിക്കേണ്ട ഒരു പേരാണു് എഡിസൻെറതു്.

കാന്തത്തിനു് രണ്ടു ധ്രുവങ്ങഠം ഉള്ളതായി നാം കണ്ടു വല്ലോ. ആ ധ്രുവങ്ങളിലാണു് കാന്തശക്തി കേന്ദ്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നതെന്നും കണ്ടു. അതുപോലെ വൈദ്യുതി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന സെല്ലിനും രണ്ടു ധ്രുവങ്ങഠം ഉണ്ടു്. ഈ ധ്രുവങ്ങളെ പാസിററീവ് പോഠം (Positive pole) എന്നും നെഗററീവ് പോഠം (Negative pole) എന്നും പറയും. ടാർച്ചു ലൈററു് സെല്ലിൻെറ മുകളററത്തുള്ള പിത്തള കൊണ്ടു പൊതിഞ്ഞ ഭാഗം പാസിററീവ് പോളും സെല്ലുണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്ന ലോഹപാത്രം നെഗററീവ് പോളുമാണു്. ഈ പോളുകഠം തമ്മിൽ വൈദ്യുത വാഹിയായ കമ്പികൊണ്ടു് ഘടിപ്പിച്ചാൽ മാത്രമേ വൈദ്യുതി പ്രവാഹം ഉണ്ടാകയുള്ളു.

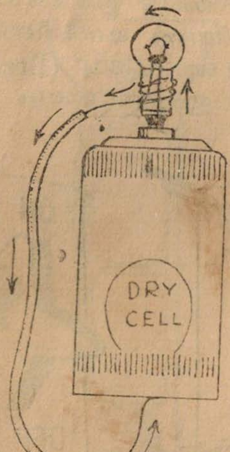
ഇനി ബഠംബിനകത്തുകൂടി വൈദ്യുതി പ്രവഹിക്കുന്നതെങ്ങനെയെന്നു നോക്കാം. ബഠംബിനുള്ളിൽ രണ്ടു കട്ടി



ചിത്രം 77. ഒരു വൈദ്യുത ബഠംബിൻെറ ഘടന.

ക്കമ്പികളും അവയെ തമ്മിൽ ഘടിപ്പിക്കുന്ന ഒരു നേരിയ കമ്പിച്ചുരുളും കാണാം. കമ്പികൾ ദൃഢമായി നില്ക്കുന്നതിനുവേണ്ടി അവയെ ഒരു ഗ്ലാസ് കഷണത്തിൽക്കൂടി കടത്തിയിരിക്കുന്നു. ഗ്ലാസ്സു ബൾബിന്റെ ചുവടു പിച്ചള കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ ഒരു കുഴലിൽ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ബൾബിനകത്തുള്ള കട്ടിക്കമ്പികളിലൊന്ന് പിച്ചളക്കുഴലിനോടും മറേറതു ബൾബിന്റെ ചുവട്ടിലുള്ള ഈയക്കട്ടയോടും ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കും. ഈ കമ്പികൾ തമ്മിൽ തൊടാതിരിക്കുവാൻ പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടുണ്ട്. പിച്ചള കുഴലിന്റെ അടിവശം അരക്കുകൊണ്ടടച്ചിട്ട് അതിന്റെ മദ്ധ്യത്താണ് ഈയക്കട്ട വച്ചിരിക്കുന്നത്. അരക്കും ഗ്ലാസ്സും വൈദ്യുത വാഹികളല്ല.

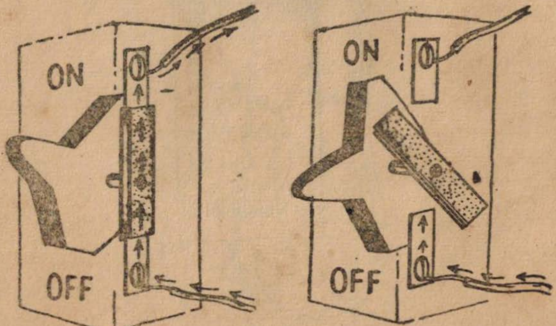
സെല്ലിന്റെ ഒരുപോൾ പിച്ചളക്കുഴലിനോടും മറേറ പോൾ ഈയക്കട്ടയോടും ഘടിപ്പിക്കുമ്പോൾ വൈദ്യുതി




ചിത്രം 78

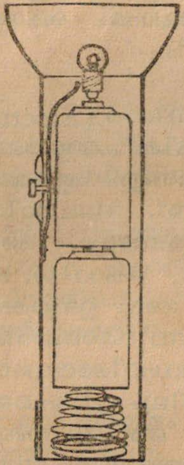
78—ാം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന വിധത്തിൽ പ്രവഹിക്കുന്നു. സെല്ലിൻെറ പോസിററീവ് പോളിൽനിന്ന് ഈയക്കട്ടയോടു ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന കമ്പിവഴി കമ്പിച്ചുരുളുകളിലേക്കും അതിൽകൂടി അടുത്തകമ്പിവഴി പിച്ചളക്കുഴലിലേക്കും അതിൽനിന്ന് പുറത്തുള്ള കമ്പിവഴി ബാററിയുടെ നെഗററീവ് പോളിലേക്കും വൈദ്യുതി പ്രവഹിക്കുന്നു.

ഇങ്ങനെ പോസററീവ് പോളിൽ നിന്നും ബംബിൽകൂടി നെഗററീവ് പോളിലേക്ക് തുടർച്ചയായി പ്രവഹിക്കുവാൻ സൗകര്യമുണ്ടെങ്കിൽ മാത്രമെ വൈദ്യുതി പ്രവഹിക്കുകയുള്ളു. ഇങ്ങനെ ഒഴുകുന്ന വൈദ്യുതിയെ പ്രവാഹം എന്ന അർത്ഥത്തിൽ കറൻറ് (Current) എന്നു പറയും. രണ്ടുപോളുകളുടെ ഇടയ്ക്കുള്ള വൈദ്യുതി പ്രവഹിക്കുന്ന പാതയെ സർക്യൂട്ട് (Circuit) എന്നുപറയാറുണ്ട്. തുടർച്ചയായ ഒരു സർക്യൂട്ട് ഉണ്ടെങ്കിൽ മാത്രമെ കറൻറ് ഒഴുകുകയുള്ളു. അതിനാൽ കറൻറിൻെറ പ്രവാഹം നിറുത്താൻ സർക്യൂട്ടിൽ ഒരു വിടവ് (Break) ഉണ്ടാക്കിയാൽ മതി. ഈ വിടവ് ഇഷ്ടാനുസരണം അടയ്ക്കുകയും തുറക്കു




ചിത്രം 79

കയും ചെയ്താൽ കറൻറിൻെറ പ്രവാഹം അനുവദിക്കുകയും നിറുത്തുകയും ചെയ്യാം. ഇങ്ങനെ ആവശ്യാനുസരണം സർക്യൂട്ട പൂർത്തിയാക്കുവാനും വിടവുണ്ടാക്കുവാനും സഹായിക്കുന്ന ഉപകരണമാണു് സ്വിച്ചു് (Switch). ലൈററു്, ഫാൻ, റേഡിയോ തുടങ്ങിയ എല്ലാ വൈദ്യുത യന്ത്രങ്ങളിലും, സ്വിച്ചു് ഉണ്ടു്. സർക്യൂട്ടിലുള്ള വിടവു നികത്തി വൈദ്യുതി പ്രവാഹം അനുവദിക്കുന്നതിനു് സ്വിച്ചു് ഓൺ (Switch on) ചെയ്യുക എന്നും, സർക്യൂട്ടിൽവിടവുണ്ടാക്കി പ്രവാഹം നിറുത്തുന്നതിനു് സ്വിച്ചു് ഓഫു് (Switch off) ചെയ്യുക എന്നുമാണു് സാധാരണപറയുന്നതു്. ഇത്തരം യന്ത്രങ്ങളിൽ സ്വിച്ചിൻെറ ഇരുവശങ്ങളിലും on എന്നും off എന്നും എഴുതിയിരിക്കും. on എന്നെഴുതിയ വശത്തേക്കു് സ്വിച്ചു് തിരിച്ചാൽ യന്ത്രം പ്രവർത്തിക്കും. off എന്നവശത്തേക്കു് സ്വിച്ചു് തിരിച്ചാൽ അതിൻെറ പ്രവർത്തനം നിൽക്കും. നാം on ചെയ്യുകയോ off ചെയ്യുകയോ



ചിത്രം 80. ഇലക്‌ട്രിക് ടോർച്ച്.

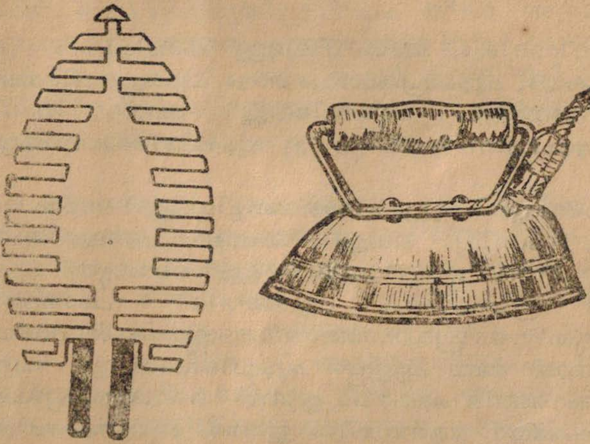
ചെയ്യുമ്പോൾ ആ യന്ത്രത്തിനകത്തേയ്ക്കുള്ള വൈദ്യുതി പ്രവാഹം അനുവദിക്കുകയോ നിറുത്തുകയോ ആണു് ചെയ്യുന്നതു്.

80—ാം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന ടാർച്ചു ലൈററിലെ സ്വിച്ചിൻെറ പ്രവൎത്തനം നോക്കുക. സ്വിച്ചു അമൎത്തുമ്പോൾ ലൈററുകത്തുന്നതെന്തുകൊണ്ടു്? ഈ ചിത്രത്തിൽ സ്വിച്ചു് On ചെയ്തിരിക്കുകയാണോ ? On ചെയ്യുമ്പോൾ വൈദ്യുതി എവിടെനിന്നു തുടങ്ങി ഏതെല്ലാം മാൎഗ്ഗത്തിൽക്കൂടി സഞ്ചരിച്ചു് സർക്യൂട്ടു് പൂൎത്തിയാക്കുന്നു എന്നു പറയുക.

ബാററിയെ മുകളിലോട്ടു പൊക്കി ബൾബിൻെറ അടിവശത്തു ബാററിയുടെ പോസിററീവു്പോൾ നല്ലവണ്ണം ചേൎന്നിരിക്കത്തക്കവണ്ണം പിടിച്ചിരിക്കുന്നതു് അടിയിലുള്ള സ്പ്രിംഗാണു്. ഈ സ്പ്രിംഗ് വൈദ്യുതവാഹിയായ ഒരു ലോഹം കൊണ്ടാണു് നിൎമ്മിച്ചിരിക്കുന്നതു്. എന്തിനു്?

എലക്ട്രിക് ഹീററർ (Electric heater), കെററിൽ (Kettle) എലക്ട്രിക് അയേൺ (Electric Iron) എന്നിവ പ്രവൎത്തിക്കുന്നതും ഏകദേശം ലൈററു പ്രവൎത്തിക്കുന്നതുപോലെയാണു്. ലൈററിനകത്തു് ഒരു നേരിയ കമ്പിച്ചുരുൾ കാണുന്നുണ്ടല്ലോ. അതുപോലെയുള്ള കമ്പിച്ചുരുളുകൾ, ഹീററർ, കെററിൽ, അയേൺ എന്നിവയിലുമുണ്ടു്. പക്ഷേ, അവ ഉണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നതു് കുറെക്കൂടി കട്ടികൂടിയ കമ്പികൊണ്ടാണു്. ഈ ചുരുളുകളിൽക്കൂടി കറൻറു് പ്രവഹിക്കുമ്പോൾ അവ ചുട്ടുപഴുത്തു ചൂടുണ്ടാകും. ലൈററിലും ഇതുപോലെ ചൂടുണ്ടാകുന്നുവെന്നുള്ളതറിയാമല്ലോ. ബൾബിനകത്തുള്ള കമ്പിച്ചുരുൾ വളരെ കനം കുറഞ്ഞതായതുകൊണ്ടു് അതു ചുട്ടുപഴുത്തു് ചുവപ്പുനിറം മാറി വെള്ളനിറമായിത്തീരുന്നു. അപ്പോൾ

നല്ല പ്രകാശം കിട്ടുന്നു. ഇത്ര വലിയ ചൂടിൽ കമ്പിച്ചുരുൾ കത്തിപ്പോകാനിടയുണ്ടു്. അതിനാൽ അകത്തുള്ള വായു മാററിയിട്ടാണു് ബൾബു് നിൎമ്മിച്ചിരിക്കുന്നതു്.



ചിത്രം 81. ഒരു ഇലക്ട്രിക്കു് അയേണും, ഉള്ളിലുള്ള കമ്പിവലയവും.

പദാൎത്ഥങ്ങൾ കത്തുവാൻ വായു ആവശ്യമാണെന്നു് അറിയാമല്ലൊ. ഹീററിലും കെററിലിലുംമററും കമ്പി ചുട്ടുപഴുത്തു ചുവപ്പുനിറത്തിലാകുന്നതെയുള്ളു. കമ്പികൾ കനം കൂടുതലുള്ളതിനാൽ കൂടുതൽ വൈദ്യുതി അതിൽക്കൂടി പ്രവഹിക്കും.

ചിലപ്പോൾ ബൾബിനകത്തും, ഹീററിലുംമററുമുള്ള കമ്പിച്ചുരുളുകൾ ഏതാനും ഭാഗം കത്തിപ്പോകാറുണ്ടു്. കമ്പിച്ചുരുളിനു് താങ്ങാവുന്നതിൽ കൂടുതൽ വൈദ്യുതി

അതിൽക്കൂടി ഒഴുകുന്നതുകൊണ്ടോ വളരെ പഴക്കം കൊണ്ടോ ഇതു് സംഭവിക്കാം. ഇങ്ങനെ കമ്പിച്ചുരുളിൽ ഏതാനുംഭാഗം കത്തിപ്പോയാൽ ലൈററു കത്തുന്നില്ല. ഹീററർ ചൂടാകുന്നുമില്ല. ബാക്കിയുള്ള കമ്പിച്ചുരുൾ മുഴുവനും അകത്തുണ്ടെങ്കിലും അതു് ചൂടാകാത്തതും പ്രകാശം നൽകാത്തതും എന്തുകൊണ്ടാണു്?

ഹീറററിലും ബൾബിലുമുള്ള കമ്പിച്ചുരുൾ ചുട്ടു പഴുക്കുകയും, ചൂടും പ്രകാശവും മററും പുറപ്പെടുവിക്കുകയും ചെയ്യുന്നുണ്ടല്ലോ. അവയിലേയ്ക്കു് കറൻറു വഹിച്ചു കൊണ്ടുപോകുന്ന വയർ (wire) ചൂടുപിടിക്കാത്തതെന്തു്?

വൈദ്യുതി എല്ലാ പദാർത്ഥങ്ങളിലുംകൂടി ഒന്നുപോലെ പ്രവഹിക്കുന്നില്ല. വെള്ളി, ചെമ്പു്, അലുമിനിയം, പിച്ചള, നാകം മുതലായവയിൽക്കൂടി വൈദ്യുതി എളുപ്പത്തിൽ പ്രവഹിക്കും. ഈമാതിരി പദാർത്ഥങ്ങൾ വൈദ്യുതിയുടെ പ്രവാഹത്തിനു് തടസ്സമുണ്ടാക്കുന്നവയല്ല. അതിനാൽ അവ എളുപ്പം ചൂടുപിടിക്കുന്നില്ല. വളരെ കനം കുറഞ്ഞിരിക്കുകയോ കൂടുതൽ വൈദ്യുതിപ്രവാഹം ഉണ്ടാകുകയോ ആണെങ്കിൽ ഇത്തരം ലോഹക്കമ്പികളും ചൂടുപിടിക്കാനും ഉരുകുകയോ കത്തുകയോ ചെയ്യാനും ഇടയാകും. അതിനാൽ വഹിക്കേണ്ട കറൻറിനനുസരിച്ചുള്ള കനം കമ്പിക്കുണ്ടായിരിക്കണം. എന്നാൽ ടംഗ്സ്റ്റൺ (tungsten), നിക്രോം (Nichrome) തുടങ്ങിയ ലോഹങ്ങളും കൂട്ടുലോഹങ്ങളും അവയിൽക്കൂടി വൈദ്യുതി പ്രവഹിക്കുവാൻ എളുപ്പം അനുവദിക്കുകയില്ല. അവയിൽക്കൂടി വൈദ്യുതി പ്രവഹിച്ചാൽ വലിയ ചൂടുണ്ടാകും. ബൾബിനകത്തുള്ള കമ്പിച്ചുരുൾ ടംഗ്സ്റ്റൺ എന്ന ലോഹംകൊണ്ടാണു് നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്നതു്. ഹീററർ, കെററിൽ, അയേൺ എന്നിവയ്ക്കുള്ളിൽ നിക്രോം എന്ന കൂട്ടുലോഹംകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ കമ്പി വലയമാണുള്ളതു്.

ഇങ്ങനെ രണ്ടിനം പദാൎത്ഥങ്ങൾ നാം കണ്ടു. വൈദ്യുതിപ്രവാഹം എളുപ്പം അനുവദിക്കുന്നവയും, എളുപ്പം അനുവദിക്കാത്തവയും. എന്നാൽ ഇവ രണ്ടും വൈദ്യുതി കടത്തിവിടുന്നുണ്ടു്. അതിനാൽ ഇവയെ കണ്ടക്ടേറേഴ്സ് (conductors) എന്നു പറയും. ഈ രണ്ടിനത്തിനുംപുറമെ മൂന്നാമതൊരിനം പദാൎത്ഥങ്ങൾകൂടി യുണ്ടു്. അവ വൈദ്യുതിപ്രവാഹം തീരെ അനുവദിക്കാ ത്തവയാണു്. അത്തരം പദാൎത്ഥങ്ങളെ ഇൻസുലേറേഴ്സ് (insulators) എന്നു പറയും. റബ്ബർ, പ്ലാസ്റ്റിക്ക്, കൈമക്ക, ഉണങ്ങിയ തടി, മുള, തുണി, കടലാസ്സ്, അരക്കു്, മെഴുകു് എന്നിവ ഇൻസുലേറേഴ്സ് ആണു്.

വീട്ടിനകത്തുപയോഗിക്കുന്ന വൈദ്യുതകമ്പികൾ റബ്ബറോ പ്ലാസ്റ്റിക്കോകൊണ്ടു പൊതിഞ്ഞവയായിരിക്കും. ചില കമ്പികൾ റബ്ബർകൊണ്ടു പൊതിഞ്ഞിട്ടു അതിനു മുകളിൽ പഞ്ഞി നൂലോ, സിൽക്കു നൂലോകൊണ്ടു പൊതിഞ്ഞിരിക്കും. ഇങ്ങനെ ആവരണം ചെയ്തിട്ടില്ലാ യിരുന്നെങ്കിൽ വൈദ്യുതി അങ്ങോട്ടുമിങ്ങോട്ടും വഹിച്ചു കൊണ്ടുപോകുന്ന കമ്പികൾ തമ്മിൽ അകലെയായിരി ക്കണം. അവയിൽ നമുക്കു തൊടാനും പാടില്ല. വീട്ടിൽ വിളക്കു കത്തിക്കുവാനും ഫാൻ, ഹീററർ, റേഡിയോ എന്നിവ പ്രവൎത്തിപ്പിക്കുവാനും ഉപയോഗിക്കുന്നേ കറൻറു് വളരെ ശക്തി കൂടിയതാണു്. അതു വഹിച്ചുകൊണ്ടു പോകുന്ന കമ്പിയിൽ തൊട്ടാൽ വലിയ ഷോക്കു് (shock) ഉണ്ടാവുകയും ചിലപ്പോൾ മരണത്തിനു കാരണ മാവുകയും ചെയ്യും. അതിനാലാണു് അവ വൈദ്യുതി കടത്തിവിടാത്ത പദാൎത്ഥങ്ങൾകൊണ്ടു് നല്ലവണ്ണം പൊതിഞ്ഞിരിക്കുന്നതു്. വീട്ടിലുള്ള വൈദ്യുതോപകര ണങ്ങളോടു ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ഏതെങ്കിലും കമ്പിയെ പൊതിഞ്ഞിരിക്കുന്ന പദാൎത്ഥത്തിനു് കേടു പററിയിട്ടു ണ്ടെങ്കിൽ ഉടനെ അതു മാററുക. അങ്ങനെ കേടുവന്ന ആവരണമുള്ള കമ്പി ഉപയോഗിച്ചു് ആവക യന്ത്രങ്ങൾ

പ്രവൎത്തിപ്പിക്കരുതു്. അത്തരം കമ്പികളിൽ വൈദ്യുതി പ്രവാഹമുള്ളപ്പോഠം തൊടുകയുമരുതു്.

സ്റ്റ്റീററു ലൈററു കത്തിക്കുവാനും വീട്ടിലേയ്ക്കു് കറൻറു സപ്ലൈ ചെയ്യുവാനുംവേണ്ടി ഉപയോഗിക്കുന്ന കമ്പികഠം തമ്മിലുള്ള അകലം നോക്കുക. ഇരട്ടത്തൂണുകഠം നിറുത്തി അതിൽ കമ്പികഠം ഘടിപ്പിച്ചു വീടുകഠംക്കും മററും അകലെക്കൂടി കറൻറു കൊണ്ടുപോകുന്ന കമ്പികഠം തമ്മിലുള്ള അകലവും ശ്രദ്ധിക്കുക. ഇതു രണ്ടിനുംപുറമെ വളരെ പൊക്കത്തിൽ ഉരുക്കുകൊണ്ടു നിൎമ്മിച്ചിട്ടുള്ള ചട്ടക്കൂട്ടിനോടു ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള കമ്പികഠം തമ്മിലുള്ള അകലവും നോക്കുക. ഇവയൊന്നും മുൻപറഞ്ഞ രീതിയിൽ ആവരണം ചെയ്തിട്ടുള്ളവയല്ല. എന്നാൽ അവയിൽ കൂടി പ്രവഹിക്കുന്നേ കറൻറിൻെറ ഏററക്കുറവനുസരിച്ചു് അവ തമ്മിലുള്ള അകലം കൂടിയോ കുറഞ്ഞോ ഇരിക്കും. അതുപോലെ ആ കമ്പികഠം തൂണുകളിൽ തൊടുന്ന സ്ഥലത്തു കളിമണ്ണുകൊണ്ടു് നിൎമ്മിച്ചിട്ടുള്ള കപ്പുകഠം പോലെയുള്ള സാധനങ്ങഠം വച്ചിരിക്കുന്നതും അവയോടു ഈ കമ്പികഠം കൂട്ടിക്കെട്ടിയിരിക്കുന്നതും കാണുന്നുണ്ടു്. കളിമണ്ണു് അല്ലെങ്കിൽ പോർസിലെയിൻ നല്ലൊരു ഇൻസുലേററാണു്. ഈ ഇൻസുലേറററിനോടു ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു് കറൻറു് തൂണിൽകൂടി താഴോട്ടു പ്രവഹിക്കുന്നില്ല. എന്നിരുന്നാലും അത്തരം തൂണുകഠം ചിലപ്പോഠം അപകടകാരികളായിത്തീരാറുണ്ടു്. വലിയ ഉരുക്കു ടൗവ്വർ ഉള്ളിടത്തെല്ലാം അതിനടിയിൽ മുള്ളുവേലി കെട്ടി 'അപായം' '66000 വോഠംട്ട്സ്' എന്നൊക്കെ എഴുതിവച്ചിരിക്കുന്നതു് നിങ്ങഠം കണ്ടിരിക്കും. അതുപോലെ ഇരട്ടത്തൂണുകഠം നാട്ടിയിട്ടുള്ള സ്ഥലങ്ങളിലും 'അപായം' 11000 വോഠംട്ട്സ് എന്നെഴുതിയിരിക്കും. വോഠംട്ട് എന്നതു് വൈദ്യുതി എത്ര മർദ്ദത്തോടുകൂടിയാണു് പ്രവഹിക്കുന്നതെന്നു് സൂചിപ്പിക്കുന്ന ഒരു അളവാണു്. ടാർച്ചു് ലൈററിനുപയോഗിക്കുന്ന ഒരു

സെല്ലിൻെറ വൈദ്യുതമർദ്ദം 1.5 വോൾട്ടാണ്. രണ്ടു സെല്ലുകൾ ചേർത്തുവച്ചാൽ 3 വോൾട്ടും മൂന്നു സെല്ലുകൾ ചേർത്തുവച്ചാൽ 4.5 വോൾട്ടും കിട്ടും. നമ്മുടെ വീട്ടിനകത്തുള്ള ലൈററിലും മററുംകൂടി പ്രവഹിക്കുന്ന കറൻറ് 230–250 വോൾട്ട് മർദ്ദമുള്ളതാണ്. ഇതിൽനിന്നും നമ്മുടെ ടാർച്ച് ലൈററിലെയും, വീട്ടിൽ ഉറപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ലൈററുകളിലെയും കറൻറു തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം മനസ്സിലായല്ലോ. ആ കറൻറു വളരെ ശക്തിയുള്ളതായതിനാൽ അതിനു ശരീരത്തിൽക്കൂടി കടന്നുപോകുവാനും വലിയ അപകടകരമായ ഷോക്കുണ്ടാക്കുവാനും കഴിയും. അതിനാൽ ആമാതിരിയുള്ള എലക്ട്രിക്ക് ഫിററിംഗുകളോടൊന്നും അവയെക്കുറിച്ചു നല്ലവണ്ണം മനസ്സിലാക്കിയിട്ടല്ലാതെ പെരുമാററുത്. പുറത്തു റോഡിലുംമററും കമ്പികൾ പൊട്ടിക്കിടക്കുകയോ മററോ ആണെങ്കിൽ അതിൽ തൊടുകയുമരുത്. അതു ചിലപ്പോൾ മുകളിലുള്ള കമ്പിയോടു ബന്ധമുള്ളതായിരിക്കും. അടുത്ത പാഠങ്ങളിൽ ചില വൈദ്യുതോപകരണങ്ങളെപ്പററി പറയുന്നുണ്ട്. അവയെല്ലാം സെല്ലുകൾകൊണ്ടു പ്രവർത്തിപ്പിക്കുവാനുള്ളവയാണ്. വീട്ടിൽ സപ്ലൈ ചെയ്യുന്ന വൈദ്യുതിയിൽ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുവാനുള്ളവയല്ല. അതിനാൽ അതിനോടൊന്നും കളിക്കുവാൻ ഇപ്പോൾ തയ്യാറാകരുത്. അപകടമാണ്.]

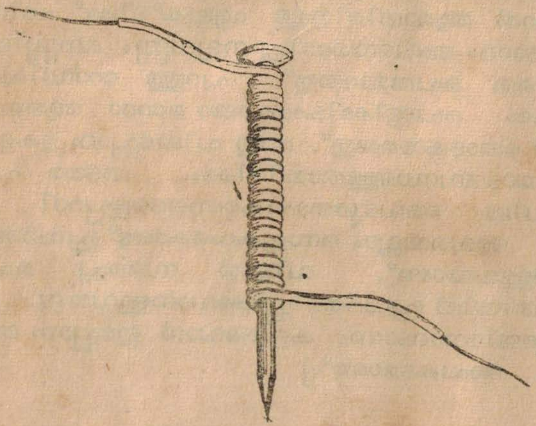
## പാഠം 3

### വൈദ്യുതിയും കാന്തവും

വൈദ്യുതിയും കാന്തശക്തിയും വളരെ ബന്ധമുള്ളവയാണ്. വൈദ്യുതിപ്രവാഹമുള്ളിടത്തെല്ലാം, കാന്തശക്തിയുമുണ്ട്. അതിനാൽ വൈദ്യുതിയുപയോഗിച്ച് കാന്തശക്തിഉൽപാദിപ്പിക്കുവാൻ വളരെ എളുപ്പമാണ്.

നൂൽകൊണ്ടോ ഇനാമൽകൊണ്ടോ പൊതിഞ്ഞിട്ടുള്ളതും ഒരുമീറററോളം നീളമുള്ളതുമായ ഒരു കഷണം ചെമ്പു കമ്പിയും ഒരു ഇരുമ്പ് ആണിയും ഒരു സെല്ലുമുണ്ടെങ്കിൽ വൈദ്യുതി ഉപയോഗിച്ചുള്ള ഒരു കാന്തം നമുക്കുണ്ടാക്കാം.

അഞ്ചോ ആറോ സെൻറീ മീററർ നീളമുള്ള ഒരു ആണിയെടുത്ത് അതിൽ കമ്പി ചുററണം. കമ്പിയുടെ ഒരററം ആറേഴ സെ. മീററർ വിട്ടിട്ടു ആണിയിൽ ചുററുക (82—ാം ചിത്രം നോക്കുക) ചുററുകൾ തമ്മിൽ ചേൎന്നി



ചിത്രം 82

രിക്കുവാൻ ശ്രദ്ധിക്കുക. ആണിയുടെ മുനയിൽ നിന്നും ഒന്ന് ഒന്നര സെ. മീററർ അകലംവരെ ചുററിയിട്ടു ആദ്യം ചുററിയതിൻെറ പുറത്തുകൂടി വീണ്ടും ചുററുക. ഇങ്ങനെ ഏകദേശം അൻപതോ അതിൽകൂടുതലോ പ്രാവശ്യം ചുററണം. കമ്പിയുടെ മറേറ അഗ്രവും അഞ്ചാറു സെ. മീ. നീളമെങ്കിലും ബാക്കിയുണ്ടായിരിക്കണം. പിന്നീടു കമ്പിയുടെ രണ്ടു അഗ്രങ്ങളിലുമുള്ള ഇനാമലോ തുണിയോ

മാററി അഗ്രം നല്ലവണ്ണം വൃത്തിയാക്കുക. എന്നിട്ട് ഈ രണ്ടു അഗ്രങ്ങളും ഒരു സെല്ലിന്റെ രണ്ടു പോളുകളിലും തൊടുമ്പോൾ ഇരുമ്പാണി ഒരു കാന്തമാകും. കുറെ ചെറിയ ആണികളോ താക്കോലോ മറേറതെങ്കിലും മാഗ്നററിക്ക് പദാൎത്ഥമോ കമ്പിവലയത്തിനടുത്തു കൊണ്ടു വരിക. എന്തുസംഭവിക്കുന്നു ? കമ്പിയുടെ ഏതെങ്കിലും ഒരഗ്രം സെല്ലിൽ നിന്നു മാററുക. എന്തു സംഭവിച്ചു ?

നിങ്ങൾ ഒരു നല്ല കാന്തം ഉണ്ടാക്കിക്കഴിഞ്ഞു. പക്ഷേ വൈദ്യുതികമ്പിച്ചുരുളിൽകൂടി പ്രവഹിക്കുമ്പോൾ മാത്രമേ കാന്തശക്തി അനുഭവപ്പെടുന്നുള്ളൂ. അതിനാൽ ഇതിനെ വൈദ്യുതകാന്തം അല്ലെങ്കിൽ ഇലക്ട്രോ മാഗ്നററു (electromagnet) എന്നു പറയും.

[തുണിയോ, ഇനാമലോ, പ്ലാസ്റ്റിക്കോ മറേറാ കൊണ്ടു പൊതിഞ്ഞിട്ടുള്ളകമ്പി, ഇരുമ്പിൽ ചുററിയാൽ മാത്രമേ മേല്പറഞ്ഞ ഫലം ഉണ്ടാവൂ. വൈദ്യുതി കടത്തി വിടാത്ത പദാൎത്ഥം (insulator) കൊണ്ടു പൊതി ഞ്ഞിട്ടില്ലെങ്കിൽ കമ്പി എത്രപ്രാവശ്യം ചുററിയാലും പ്രയോജനമില്ല. വൈദ്യുതി കമ്പിയിൽകൂടി കുറുകെ എളുപ്പവഴിയിൽ പ്രവഹിക്കുകയേ ഉള്ളൂ. ഇൻസുലേററു ചെയ്തിട്ടുള്ള കമ്പിയാണെങ്കിൽ കറന്റിന് എല്ലാചുരു ളിലുംകൂടി സഞ്ചരിച്ചാൽ മാത്രമേ കമ്പിയുടെ മറെറ അഗ്രത്തിലും അതുവഴി സെല്ലിലും കടക്കുവാൻ കഴിയുക യുള്ളൂ. അതിനാൽ വളരെ നീളമുള്ള ഒരു കമ്പിയുടെ എല്ലാഭാഗത്തും ഉണ്ടാകുന്ന കാന്തശക്തി അഞ്ചാറു സെന്റി മീററർ സ്ഥലത്തിനകത്തു പ്രവൎത്തിക്കുവാനിടയാകുന്നു.]

കൂടുതൽ നീളമുള്ള ഒരു കമ്പി, ഒരു വലിയ ആണി യിൽ, അഞ്ഞൂറോ, അറുനൂറോ പ്രാവശ്യം ചുററുകയും അഞ്ചോ ആറോ സെല്ലുകൾ ചേൎത്തുവെച്ചു കൂടുതൽ കറന്റു കടത്തിവിടുകയും ചെയ്താൽ രണ്ടുമൂന്നു കിലോഗ്രാം ഭാരമുള്ള ഇരുമ്പുസാധനങ്ങൾ തൂക്കിയെടുക്കാനുള്ള കഴിവ്

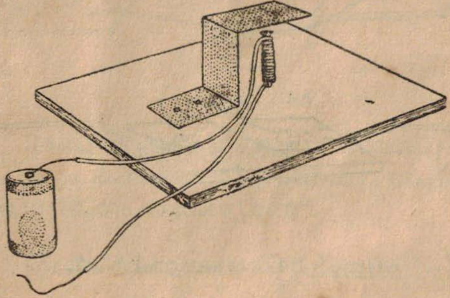
ആ കാന്തത്തിനുകാണും. ഇങ്ങനെ കമ്പിച്ചുരുളിൻെറ എണ്ണം കൂട്ടുകയും കറൻറിൻെറ അളവു കൂട്ടുകയും ചെയ്തു വളരെ ശക്തിയുള്ള എലക്ട്രോ മാഗ്നററുകൾ പല ആവശ്യങ്ങൾക്കുമായി ഉണ്ടാക്കാറുണ്ടു്.

വൈദ്യുതകാന്തം ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങൾ നിരവധിയാണു്. അവയുടെ കൂട്ടത്തിൽ ഏററവും എളുപ്പത്തിൽ നിർമ്മിക്കാവുന്നവയാണു് കമ്പിയടിക്കുന്നതിനുള്ള ഉപകരണവും എലക്ട്രിക്ക്ബെല്ലും.

ആദ്യമായി കമ്പിയടിക്കുന്നതിനുള്ള (ടെലഗ്രാഫ് telegraph) ഉപകരണത്തിൻെറ ഒരു മോഡൽതന്നെയുണ്ടാക്കാം. ഇതാണു് ഏററവും ലഘുവായ ഉപകരണം. ഇതിനു് രണ്ടുഭാഗങ്ങൾ ഉണ്ടു്. ഒന്നു് കമ്പിസന്ദേശം അയയ്ക്കുവാനും മറെറാന്നു് ആ സന്ദേശം സ്വീകരിക്കുവാനും. കമ്പിസന്ദേശം അയയ്ക്കുന്നതിനുള്ള ഉപകരണത്തെ ടെലിഗ്രാഫ് കീ (key) എന്നും സ്വീകരിക്കുന്ന ഉപകരണത്തെ സൗണ്ടർ (sounder) എന്നും പറയും.

മുൻ പരീക്ഷണത്തിലെ വൈദ്യുതകാന്തംതന്നെ ഇതിനുപയോഗിക്കാം. കമ്പിച്ചുററിയ ആണിയുടെ മുന ഒരു ചെറുകഷണം പലകയുടെ വലത്തുഭാഗത്തായി അടിച്ചിറക്കുക. (ചിത്രം 83 നോക്കുക). ഏകദേശം പത്തു സെ. മീററർ നീളമുള്ളതും ഒന്നര സെ. മീറററോളം വീതിയുള്ളതുമായ ഒരു ഇരുമ്പുതകിട്ട് ചിത്രത്തിൽ കാണുന്ന വിധം വളച്ച് പലകയിൽ ഉറപ്പിക്കുക. (വീപ്പച്ചുററു കിട്ടുമെങ്കിൽ അതാണു നല്ലതു്. അല്ലെങ്കിൽ ഒരു തകരക്കഷണത്തിൽ നിന്നു് ഈ നീളം വീതിയിൽ കത്രികകൊണ്ടു ഒരു കഷണം മുറിച്ചെടുക്കുക). കമ്പിച്ചുരുളിൻെറ മുകളിൽ വരുന്ന തകിടിൻെറ ഭാഗം ആണിയിൽനിന്നു് രണ്ടു മില്ലിമീറററോളം പൊങ്ങിനിന്നാൽ മതി. വളരെ അകലെയായാൽ കാന്തത്തിനു് അതിനെ

താഴോട്ട വലിക്കാൻ സാധിച്ചില്ലെന്നു വരും. ഇനി ഒരു സെല്ലിൻെറ ഒരു പോളിനോട്ട കമ്പിയുടെ ഒരഗ്രം ഉറപ്പിച്ച പിടിച്ചുകൊണ്ടു് മററെ അഗ്രം സെല്ലിൻെറ മററെ

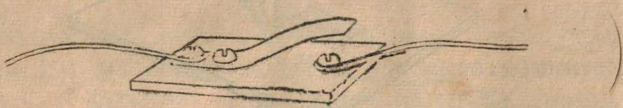


ചിത്രം 83

പോളിൽ തൊടുക. വൈദ്യുതകാന്തം അതിനു മുകളിലുള്ള തകിടിനെ കീഴോട്ട വലിക്കുകയും അതു് ആണിയിൽ മുട്ടി 'ട്ടിക്കു്' എന്നൊരു ശബ്ദം കേറക്കുകയുംചെയ്യും. കമ്പി ഉടൻ മാററിയിട്ട വീണ്ടും തൊടുക. വീണ്ടും ശബ്ദമുണ്ടാവും. ഇങ്ങനെ ഓരോ പ്രാവശ്യവും സർക്യൂട്ട പൂർത്തിയാക്കുമ്പോഴും ഓരോ ടിക്കു് കേറക്കും. ഇതാണു് സൗണ്ടർ.

ഇനി ഒരു കീ ആണു് ആവശ്യം. നാം ഇപ്പോറം ചെയ്തതുപോലെ കമ്പിവലയത്തിൽക്കൂടി ഇടവിട്ടിടവിട്ടു് വൈദ്യുതി അയയ്ക്കുവാനുള്ളതാണു് കീ. മററൊരു രീതിയിൽ പറഞ്ഞാൽ എളുപ്പം ON ചെയ്യുകയും OFF ചെയ്യുകയും ചെയ്യാൻ സഹായിക്കുന്ന ഒരു സ്വിച്ചു്ആണു് കീ എന്നു പറയുന്ന ഉപകരണം.

കീ 84 ാം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന പ്രകാരം ഉണ്ടാക്കുക. ഒരു തകരക്കഷണം അല്ലെങ്കിൽ വീപ്പച്ചുററ്, അല്ലെങ്കിൽ ചെമ്പോ, പിച്ചളയോ, അലുമിനിയമോ കൊണ്ടുള്ള ഒരു തകിട് ചിത്രത്തിലേപ്പോലെഒരു വശത്തു രണ്ടു ആണിവച്ച് ഒരു പലകക്കഷണത്തിൽ ഉറപ്പി

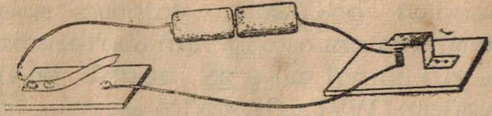


ചിത്രം 84. ടെലഗ്രാഫ് കീ.

ക്കുക. അതിൻെറ സ്വതന്ത്രാഗ്രം അല്പം വളച്ച്പൊക്കി വയ്ക്കുക. ഈ അഗ്രം അമർത്തിയാൽ തൊടത്തക്കവണ്ണം മറെറാരു ആണി വലതുവശത്തു ഉറപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്. രണ്ടു കഷണം കമ്പികൾ അഗ്രത്തിൽ നിന്നു് ഇൻസുലേഷൻ ഇളക്കിവൃത്തിയാക്കി ആണികൾ അല്പം ഇളക്കി അതിനു് ചുററും ചുററിയിട്ടു ഉറപ്പിക്കുക. ഒരു ലഘു സ്വിച്ച് അല്ലെങ്കിൽ ടെലഗ്രാഫ് മോഡലിൻെറ കീ തയാറായി.

ഇനി അടുത്ത ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നവിധം സെല്ലുകളും കീയും സൗണ്ടറും ഘടിപ്പിക്കുക. ഓരോതവണ കീ അമർത്തുമ്പോഴും സൗണ്ടറിൽ ടിക്ക് എന്നൊരുശബ്ദം കേൾക്കും. കീ അമർത്തുകയും വിടുകയും ഇടവിട്ടിടവിട്ടു ചെയ്താൽ ടിക്ക് ശബ്ദങ്ങൾ തുടരെ കേൾക്കും. ഓരോ തവണയും തകിടു ആണിയിൽ മുട്ടിയിട്ടു മുകളിലോട്ടു പോകുമ്പോൾ മുകളിൽ വച്ചിട്ടുള്ള ഒരാണിയിൽക്കൂടി മുട്ടത്തക്കവണ്ണമാണു് ശരിയായ സൗണ്ടർ ഉണ്ടാക്കിയിരി

ക്കുന്നതു്. അതിനാൽ കീ അമർത്തുമ്പോഴും വിടുമ്പോഴും ഓരോ ശബ്ദം കേൾക്കും. ഇങ്ങനെ തുടരെ കേട്ടുകൊണ്ടി



ചിത്രം 85.

രിക്കുന്ന ശബ്ദങ്ങളുടെ ഇടയ്ക്കുള്ള സമയവും അവയുടെ എണ്ണവും മററും കണക്കാക്കി സന്ദേശം സ്വീകരിക്കുവാൻ കുറെ പരിശീലനം ആവശ്യമുണ്ടു്.

## ഇലക്ട്രിക്കു്ബെൽ (electric bell)

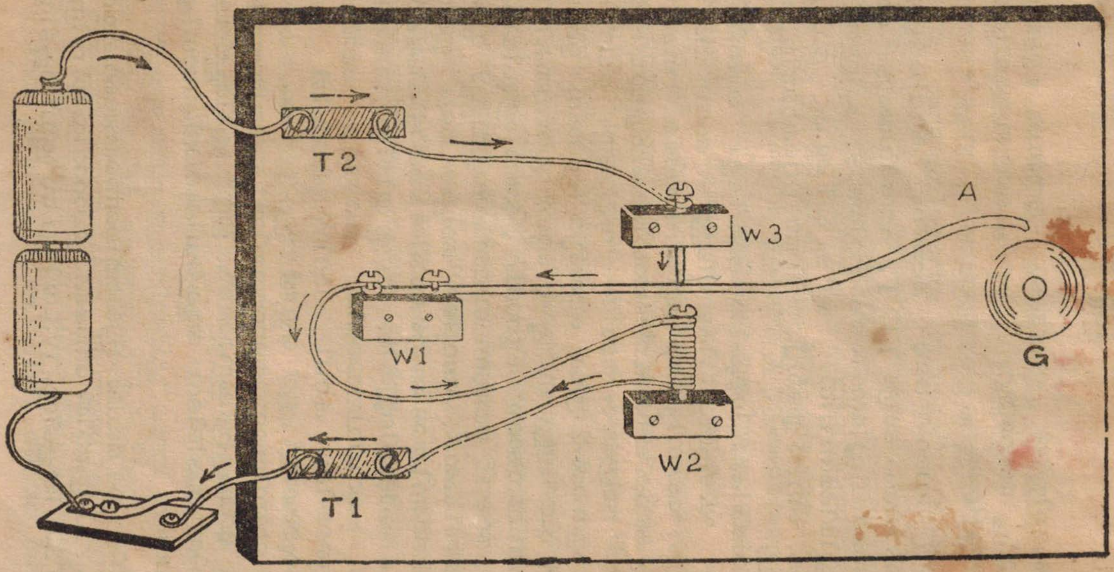
ടെലഗ്രാഫ് കീ അമർത്തുകയും വിടുകയും ചെയ്യുന്ന തനുസരിച്ചു് സൗണ്ടറിൽ ടിക്കു് ശബ്ദങ്ങൾ കേൾക്കും. എന്നാൽ ബെല്ലിൽ കീ അമർത്തിവച്ചുകൊണ്ടിരുന്നാൽ ശബ്ദം തുടർച്ചയായി കേട്ടുകൊണ്ടിരിക്കും. സൈക്കിൾ ബെല്ലിലെ കിണ്ണം പോലെയുള്ള ഒന്നിൽ ഒരു കമ്പി തുടർച്ചയായി അടിച്ചാണു് ശബ്ദം കേൾക്കുന്നതു്.

മുൻ പരീക്ഷണത്തിലെ കീ, ബെല്ലിൻെറ സ്വിച്ച് ആയി ഉപയോഗിക്കാം. സൗണ്ടർമാത്രം അല്പം മാററത്തോടുകൂടി ഉണ്ടാക്കണം.

ചിത്രം 86 നോക്കുക. W1, W2, W3, എന്നടയാള പ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നതു് മൂന്നു മരക്കഷണങ്ങളാണു്. A ഒരു വീപ്പച്ചുററ് അല്ലെങ്കിൽ അല്പം കട്ടിയുള്ള ഒരു തകര ക്കഷണമാണു്. പത്തു പന്ത്രണ്ടു സെ. മീററർ നീളമുണ്ടി തിനു്. ഇതിനെ W1 എന്ന മരക്കഷണത്തിൻെറ ഒരു വശത്തു് രണ്ടു് ചെറിയ സ്ക്രൂ ആണികൾവച്ചുറപ്പിച്ചി

രിക്കുന്നു. അതിൻെറ സ്വതന്ത്രമായ അഗ്രം ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നമാതിരി വളച്ചിരിക്കുന്നു. ഇരുമ്പു തകിടു ഉറപ്പിച്ചശേഷം W1 നെ ഒരു പലകയുടെ മദ്ധ്യത്തു് ഇടത്തുവശത്തായി ഉറപ്പിക്കുക. വേറൊരു മരക്കഷണ മെടുത്തു് അതിൻെറ ഒരു വശത്തു് മുൻ പരീക്ഷണത്തിലെ പ്പോലെ കമ്പി ചുററിയിട്ടുള്ള ആണി ഉറപ്പിക്കുക. എന്നിട്ടു അതിനെ (W2) ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന സ്ഥാനത്തുറപ്പിക്കുക. കമ്പിവലയവും A എന്ന തകിടും തമ്മിൽ രണ്ടു മി.മീററർ അകലംമതി. W3 മൂന്നാമതൊരു മരക്കഷണമാണു്. ഇതിൻെറ വശത്തുകൂടി ഒരു സ്ക്രൂ ആണി മറുവശത്തു കടന്നു വരത്തക്കവണ്ണം പിരിച്ചു കയററിയിരിക്കുന്നു. W3 യിലെ ആണിയുടെ മുന ഇരുമ്പു തകിടിൽ (A) തൊട്ടിരിക്കത്തക്കവണ്ണം അതിനെയും പലകയിൽ തറയ്ക്കുക. G. സൈക്കിററ ബെല്ലിലെ കിണ്ണമാണു്. ഇതിൻെറ മദ്ധ്യത്തുള്ളദ്വാരംവഴി ഒരു ആണികടത്തി ആ ആണി പലകയിൽ തറച്ചിരിക്കുന്നു. കിണ്ണവും A യുടെ അഗ്രവും തമ്മിലുള്ള അകലം രണ്ടു മി. മീററർ മതി. A എന്ന ഇരിമ്പുതകിടു W2 യിലെ ആണിയിൽ മുട്ടുമ്പോഠം അതിൻെറ അഗ്രം കിണ്ണത്തിൽ മുട്ടണം. അതായിരിക്കണം തകിടിൻെറ അഗ്രവും കിണ്ണവും തമ്മിലുള്ള അകലം. കിണ്ണം പലകയിൽ മുട്ടിയിരിക്കരുതു്.

കമ്പിവലയത്തിൻെറ ഒരഗ്രം വൃത്തിയാക്കി W1—ൽ A ഉറപ്പിച്ചിട്ടുള്ളതിൽ ഒരാണി അല്പം ഇളക്കി അതിൽ ചുററിയിട്ടു ഉറപ്പിക്കുക. കമ്പി വലയത്തിൻെറ മറെറ അഗ്രം പലകയുടെ വലത്തെ അററത്തു തുരുമ്പോ അഴുക്കോ ഇല്ലാത്ത ഒരു തകിടു (T1) വച്ചു് അതിൻെറ ഒര ററത്തു് ഒരു സ്ക്രൂ ആണിയിൽ ചുററി ഉറപ്പിക്കുക. വേറൊരു ചെറിയ കഷണം കമ്പിയെടുത്തു അതിൻെറ രണ്ടഗ്രങ്ങളും വൃത്തിയാക്കിയശേഷം ഒരഗ്രം W3—യിലെ സ്ക്രൂ ആണിയിൽ നല്ലവണ്ണം ചേർത്തു ഘടിപ്പിക്കുക.




ചിത്രം 86 ഇലക്ട്രിക്ക് ബെൽ

ഈ ആണിയിൽ അഴക്കോ തുരുമ്പോ ഉണ്ടായിരിക്കരുതു്. മററഅഗ്രം T2—ലെ ഒരു സ്ക്രൂവിനോടു ചുററി ഉറപ്പിക്കുക.

ഇനി വേറെ രണ്ടു കഷ്ണം കമ്പികളെടുത്തു അവയുടെ ഓരോ അഗ്രം T1, T2 എന്നിവയോടും മററേ അഗ്രങ്ങൾ സ്വിച്ചിനോടും ബാററിയോടും ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നവിധം ഘടിപ്പിക്കുക. സ്വിച്ച് അമർത്തുക. ബെൽ തുടർച്ചയായി അടിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും.

പ്രവർത്തിക്കുന്നില്ലെങ്കിൽ കമ്പികളും ആണികളും തമ്മിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നിടത്തു് അവ തമ്മിൽ നല്ലവണ്ണം ചേർന്നിട്ടുണ്ടോ എന്നു നോക്കുക. ബാററിയോടുള്ള കണക്ഷനും പരിശോധിക്കുക. എല്ലായിടത്തും ശുദ്ധമായ അഗ്രങ്ങൾ തമ്മിൽ നല്ലവണ്ണം ചേർന്നിരിക്കണം. എന്നാൽ മാത്രമേ വൈദ്യുതിപ്രവാഹം ഉണ്ടാകയുള്ളു. W 3-യിലുള്ള സ്ക്രൂ A എന്ന ഇരുമ്പുതകിടിൽ തൊടുന്ന സ്ഥാനമാണു് ഏററവും കൂടുതൽ ശ്രദ്ധിക്കേണ്ട സ്ഥാനം. ആണി തൊടുന്ന സ്ഥാനം നല്ലവണ്ണം വൃത്തിയാക്കിയിരിക്കണം. അവിടെ അല്പംപോലും തുരുമ്പു പാടില്ല. ആണിയുടെ അഗ്രം അതിൽ തൊട്ടിരിക്കുകയും വേണം. തൊടുന്നില്ലെങ്കിൽ സ്ക്രൂ തിരിച്ചു തകിടിൽ മുട്ടിക്കുക. കമ്പിവലയത്തിൽ കുറഞ്ഞതു അൻപതു പ്രാവശ്യമെങ്കിലും കമ്പി ചുററിയിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ രണ്ടു സെല്ലുകൾകൊണ്ടു് ഈ ബെൽ പ്രവർത്തിക്കും. കമ്പി ചുററിയ ആണിയുടെ മുകളററത്തുനിന്നു് ഇരുമ്പു് തകിടിലേയ്ക്കുള്ള ദൂരവും പ്രധാനമാണു്. ഇതു് കൂടിപ്പോയാൽ കാന്തത്തിനു് തകിടിനെ ആകർഷിക്കുവാൻ സാധിച്ചില്ലെന്നു വരും.

ഇനി, ഈ ബെൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നതെങ്ങനെയെന്നു നോക്കാം. ചിത്രത്തിൽ നോക്കുക. ബാററിയിൽ നിന്നും കറൻറു T2-വിൽക്കൂടിയും W3-യിലെ സ്ക്രൂവിൽക്കൂടിയും

ഇരുമ്പു തകിടിൽ കടന്നു് അതിൽകൂടി കമ്പിവലയത്തിലേയ്ക്കും അതിൽനിന്നു് T1 വഴി കീയുടെ ഒരററത്തേയ്ക്കും ചെന്നുനില്ക്കുന്നു. കീ അമത്തിയാൽ അതുവഴി ബാറററിയിലേയ്ക്കു പ്രവേശിക്കുകയും സർക്യൂട്ട് പൂത്തിയാവുകയും ചെയ്യും. സർക്യൂട്ട് പൂത്തിയായാൽ മാത്രമേ വൈദ്യുതി പ്രവാഹം ഉണ്ടാവുകയുള്ളല്ലോ. വൈദ്യുതിപ്രവാഹം ഉണ്ടായാലുടൻ കമ്പിവലയം കാന്തമായിത്തീൎന്നു് A—യെ അതിലേയ്ക്കു് ആകർഷിക്കും. അപ്പോരം അതിൻെറ അഗ്രം കിണ്ണത്തിൽ തട്ടുന്നു. ഇങ്ങനെ A ആകഷിക്കപ്പെടുമ്പോരം അതും W3—യിലെ സ്ക്രൂവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം ഇല്ലാതാവുകയും സർക്യൂട്ടിൽ വിടവുണ്ടാകയും ചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ വൈദ്യുതിപ്രവാഹവും അതിനോടൊപ്പം കമ്പിവലയത്തിൻെറ കാന്തശക്തിയും ഇല്ലാതാകും. A അതിൻെറ പൂവ്വസ്ഥാനത്തേയ്ക്കു പോവുകയും W 3-യിലെ സ്ക്രൂവിൽ തൊട്ടു സർക്യൂട്ടു പൂത്തിയാക്കുകയും ചെയ്യുകയാൽ വീണ്ടും ആകർഷിക്കപ്പെട്ടു താഴോട്ടുവന്നു കിണ്ണത്തിൽ മുട്ടുന്നു. വീണ്ടും മുൻ പ്രവത്തനങ്ങരം എല്ലാം ആവൃത്തിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ ഇരുമ്പുതകിടു (A) അങ്ങോട്ടുമിങ്ങോട്ടും ചലിച്ചു് സർക്യൂട്ടു പൂത്തിയാക്കുകയും ഇല്ലാതാക്കുകയും ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടു് സ്വിച്ചു് അമത്തിയിരിക്കുന്നിടത്തോളം സമയം തുടർന്നു പ്രവത്തിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും.

ബാറററിയും സ്വിച്ചും ഒരു മുറിയിലും ബെല്ല് മറെറാരു മുറിയിലും വച്ചു പ്രവത്തിപ്പിക്കുക. ഇവതമ്മിൽ ഘടിപ്പിക്കുന്നതിനു് ആവശ്യമുള്ള നീളത്തിൽ പ്ലാസ്റ്റിക്കുകൊണ്ടു പൊതിഞ്ഞിട്ടുള്ള വയർ വേണമെന്നെയുള്ളു. സെല്ലുകരം ഒരു പലകയിൽവച്ചു് ചുററും ആണിതറച്ചാൽ അവയെ തമ്മിൽ ചേത്തുവച്ചു പിടിക്കാതെ കഴിക്കാം. രണ്ടോ മൂന്നോ സെല്ലുകരം ഉപയോഗിക്കുമ്പോരം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നവിധം ആദ്യത്തെ സെല്ലിൻെറ പുറകിൽ (നെഗററീവ്പോളിൽ) അടുത്ത സെല്ലിൻെറ

പാസിററീവ്പോാം തൊട്ടിരിക്കണം. പിന്നീട ചേക്കുന്നതെല്ലാം ഈ ക്രമത്തിൽ ചേത്തുവയ്ക്കാം. ഇങ്ങനെ വച്ചുകഴിഞ്ഞാൽ ആദ്യത്തെ സെല്ലിൻെറ പോസിററീവ് പോളും അവസാനത്തേതിൻെറ നെഗററീവ്പോളും സ്വതന്ത്രമായിരിക്കും. ഇവയോടാണു് ഉപകരണങ്ങൾ ഘടിപ്പിക്കേണ്ടതു്.

## പാഠം 4

## വൈദ്യുതോല്പാദനം

വൈദ്യുതശക്തിയെ കാന്തശക്തിയാക്കി മാററുന്ന വിധവും വൈദ്യുതകാന്തമുപയോഗിച്ചു പ്രവത്തിക്കുന്ന രണ്ടു ലഘുയന്ത്രങ്ങളും നാം പഠിച്ചുകഴിഞ്ഞു. ഇനി കാന്തശക്തിയെ വൈദ്യുതശക്തിയായി മാററുന്നതെങ്ങനെയെന്നു നോക്കാം.

കാന്തധ്രുവങ്ങൾക്കുചുററും കാന്തശക്തി ഉണ്ടു്. ഈ ശക്തി വ്യാപിച്ചിട്ടുള്ള സ്ഥലത്തെ അതിൻെറ കാന്തമണ്ഡലം എന്നു പറയും. ഈ കാന്തമണ്ഡലത്തിനകത്തു വരുന്ന എല്ലാ കാന്തവസ്തുക്കളെയും കാന്തം ആകർഷിക്കും. ഈ കാന്തമണ്ഡലത്തിൻെറ വ്യാപ്തി കാന്തത്തിൻെറ ശക്തിയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. കാന്തത്തിനു് ശക്തി കൂടുംതോറും കാന്തമണ്ഡലത്തിൻെറ വ്യാപ്തിയും കൂടിയിരിക്കും.

ഒരു കാന്തമണ്ഡലത്തിൽ ഒരു കമ്പിച്ചുരുൾ ചലിപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നാൽ ആ കമ്പിച്ചുരുളിൽകൂടിവൈദ്യുതിപ്രവാഹം ഉണ്ടാകുമെന്നു ഫാറഡെ (Faraday) എന്നൊരു ശാസ്ത്രജ്ഞൻ കണ്ടുപിടിച്ചു. വൈദ്യുതിയുടെ ഉല്പാദനത്തെ സംബന്ധിച്ചുള്ള ഒരു പ്രധാനമായ കണ്ടുപിടിത്തമായിരുന്നു അതു്. വൻതോതിൽ വൈദ്യുതി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന ഡൈനാമോ (Dynamo) നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്നതു് ഈ തത്വത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണു്.

സൈക്കിറാംലാമ്പ് കത്തിക്കുന്നതിനുള്ള ഒരു ചെറിയ ഡൈനാമോ, അതിൻെറ ഒരു വീലിനോടടുപ്പിച്ചു വച്ചിരിക്കുന്നതു് നിങ്ങറാം കണ്ടിരിക്കുമല്ലോ. അതിൻെറ മുകളിൽ വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ഭാഗം ടയറിനോടു ചേർത്തു വച്ചിട്ടു വീൽ കറക്കിയാൽ ലാമ്പു് കത്തും. വീൽ കറങ്ങു മ്പോറാം ഡൈനാമോയുടെ മുകളിലത്തെ ചക്രം അതി വേഗത്തിൽ കറങ്ങും. ആ ചക്രത്തോടു ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ഒരു ദണ്ഡിൽ ഒരു കമ്പിവലയം ഉണ്ടു്. അതിനുചുററും കുറെ സ്ഥിരകാന്തങ്ങളും ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ചക്രം കറങ്ങു മ്പോറാം കമ്പിവലയം കറങ്ങുകയും വൈദ്യുതി ഉണ്ടാവു കയും ചെയ്യും. [ഇതിൽ കാന്തങ്ങറാം സ്ഥിരമായിവച്ചിട്ടു് കമ്പിവലയം കറക്കുകയാണു് ചെയ്യുന്നതു്. കമ്പിവലയം സ്ഥിരമായി വച്ചിട്ടു് അതിനുള്ളിൽ കാന്തം വേഗത്തിൽ കറക്കിയാലും ഇതേ ഫലമുണ്ടാവും.] ഈ കമ്പിവലയ ത്തിൻെറ ഒരഗ്രം ഡൈനാമോയുടെചുവട്ടിലുള്ള ഒരാണി യോടു ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കും. മറേറ അഗ്രം അതിൻെറ കവറിനോടാണു് ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതു്. ചുവട്ടിലുള്ള ആണിയും കവറും തമ്മിൽ തൊടാതിരിക്കാൻ ഇടയ്ക്കു് ഇൻസുലേററർ ഉണ്ടു്. അതിനാൽ വൈദ്യുതി ചുവട്ടിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള കമ്പിവഴി ലാമ്പിലേയ്ക്കും അതിൽക്കൂടി സൈക്കിളിൻെറ ഫ്രെയിംവഴി തിരിയെ ഡൈനാമോ യിലേയ്ക്കും പ്രവഹിക്കുന്നു. അങ്ങനെയാണു് സർക്യൂട്ടു് പൂത്തിയാവുന്നതു്. കമ്പിവലയം കറങ്ങുന്നതിൻെറ വേഗം വർദ്ധിക്കുന്തോറും കറൻറിൻെറ ശക്തിയും കൂടും. അതാണു് സൈക്കിളിൻെറ സ്പീഡു് കൂടുന്തോറും ലാമ്പിൻെറ പ്രകാശവും കൂടിവരുന്നതിനു കാരണം. സ്പീഡു് കുറയുന്തോറും പ്രകാശം കുറഞ്ഞു കുറഞ്ഞു സൈക്കിറാം നില്ക്കുമ്പോറാം പ്രകാശം തീരെ ഇല്ലാതാവുന്നു.

മോട്ടാർകാറിനുള്ളിലും ഇതുപോലൊരു ഡൈനാമോ ഉണ്ടു്. എഞ്ചിൻ പ്രവത്തിക്കുമ്പോറാം കമ്പിവലയം കറങ്ങത്തക്കവണ്ണം അതിനെ ഒരു ബെൽട്ടുകൊണ്ടു്

എഞ്ചിനോടുകൂടി ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കും. സൈക്കിളിലുള്ളതിനേക്കാൾ ശക്തികൂടിയതാണ്‌ കാറിലെ ഡൈനാമോ. സൈക്കിളിലെപ്പോലെ ആവശ്യമുള്ളപ്പോൾ മാത്രമല്ല ഡൈനാമോ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നതു്. കാറിലെ എഞ്ചിൻ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴെല്ലാം ഡൈനാമോയും പ്രവർത്തിക്കും. ഇങ്ങനെയുണ്ടാകുന്ന കറൻറിൻെറ ഒരു ഭാഗം എഞ്ചിൻെറ പ്രവർത്തനത്തിനുപയോഗിക്കും. ബാക്കിയുള്ളതു് ശേഖരിച്ചു വയ്ക്കുവാൻ കഴിവുള്ള ഒരു ബാററി കാറിലുണ്ടായിരിക്കും. അതിൽനിന്നാണു് ലൈററു്, ഹാൺ മുതലായവയിലേയ്ക്കു് കറൻറു നൽകുന്നതു്. അതിനാൽ ഡൈനാമോയുടെ പ്രവർത്തനവേഗത്തിനനുസരിച്ചു ലാമ്പുകളുടെ പ്രകാശം കൂടുകയോ കുറയുകയോ ചെയ്യുന്നില്ല.

നമ്മുടെ ഗൃഹങ്ങളിലേയ്ക്കും വ്യവസായശാലകളിലേയ്ക്കും മററും ആവശ്യമായ വൈദ്യുതി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതു് ഭീമാകാരങ്ങളായ ഡൈനാമോകളാണു്. അവയെ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നതിനു് വളരെയധികം ശക്തി ആവശ്യമുണ്ടു്. നീരാവി, ക്രൂഡോയിൽ എന്നിവകൊണ്ടു് പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്ന വലിയ എഞ്ചിനുകൾ ഉപയോഗിച്ചു് ഈ ഡൈനാമോകളെ പ്രവർത്തിപ്പിക്കാറുണ്ടു്. ഈ രീതിയിൽ വൈദ്യുതി ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാനുള്ള ചിലവു വളരെ കൂടുതലാണു്. ജലപ്രവാഹത്തിൻെറ ശക്തികൊണ്ടു തിരിയുന്ന ചക്രങ്ങളോടു ഡൈനാമോ ഘടിപ്പിച്ചാൽ കുറഞ്ഞ ചെലവിൽ വൈദ്യുതി ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ സാധിക്കും. അങ്ങനെ ജലപ്രവാഹശക്തി ഉപയോഗിച്ചു് വൈദ്യുതി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന പദ്ധതികളാണു് ഹൈഡ്രോ ഇലക്ട്രിക്കു് പ്രോജക്ററുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നതു്.

ധാരാളം ജലം ലഭിക്കുന്നതിനു സൗകര്യമുള്ളതും പൊക്കമുള്ളതുമായ പ്രദേശങ്ങളിൽ വലിയ അണകൾ കെട്ടി ജലം ശേഖരിച്ചതിനുശേഷം, വൻ കുഴലുകൾവഴി ആവശ്യാനുസരണം തുറന്നുവിട്ടു് താഴെ വച്ചിട്ടുള്ള ചക്രങ്ങളെ പ്രവർത്തിപ്പിക്കും. അപ്പോൾ അവയോടു ഘടിപ്പി

തതചം